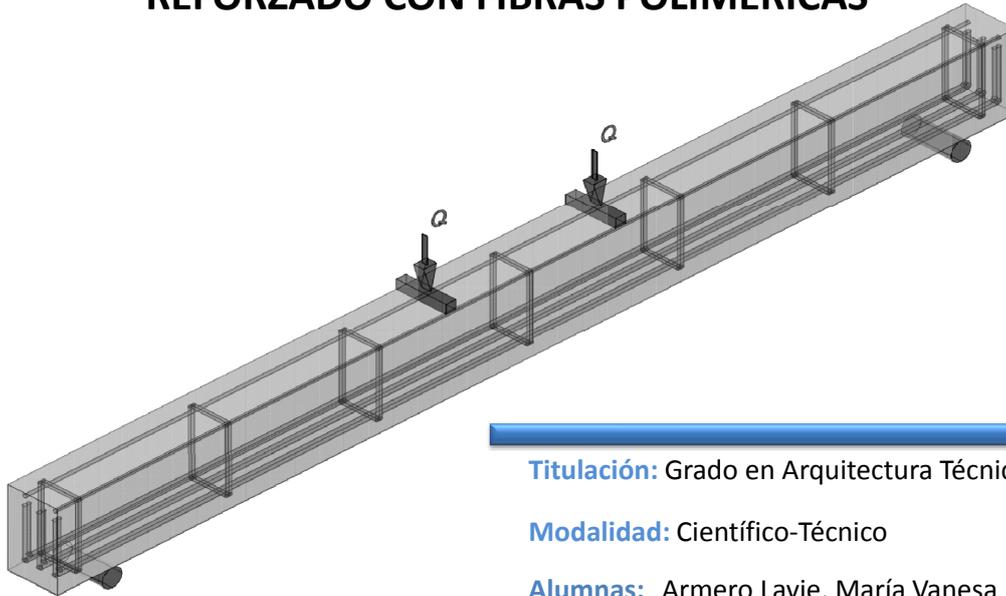


ESTUDIO DEL ESFUERZO A CORTANTE EN VIGAS DE HAC REFORZADO CON FIBRAS POLIMÉRICAS



Titulación: Grado en Arquitectura Técnica

Modalidad: Científico-Técnico

Alumnas: Armero Lavie, María Vanesa Pardo Hernández, Raquel

Profesores: Albiol Ibáñez, José Ramón García Ballester, Luis V.



Julio 2013



OBJETIVOS

ESTADO DEL ARTE

PROGRAMA EXPERIMENTAL

METODOLOGÍA

ANÁLISIS Y RESULTADOS

PRESUPUESTO

CONCLUSIONES

FUTURAS LÍNEAS



- Analizar el comportamiento de las **vigas** de hormigón autocompactante reforzado con fibras poliméricas frente a esfuerzo **cortante**.
 - Según su **dosificación** de fibras poliméricas: 0 kg/m³, 6,2 kg/m³, 9 kg/m³ y 12,4 kg/m³.
 - Posible reducción de **armado** ante la incorporación de fibras poliméricas.
- **Caracterización del material** mediante probetas:
 - Ensayos en **fresco**
 - Ensayos en **endurecido**
 - Comportamiento a **flexión**
 - Comportamiento a **compresión**

HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE (HAC)

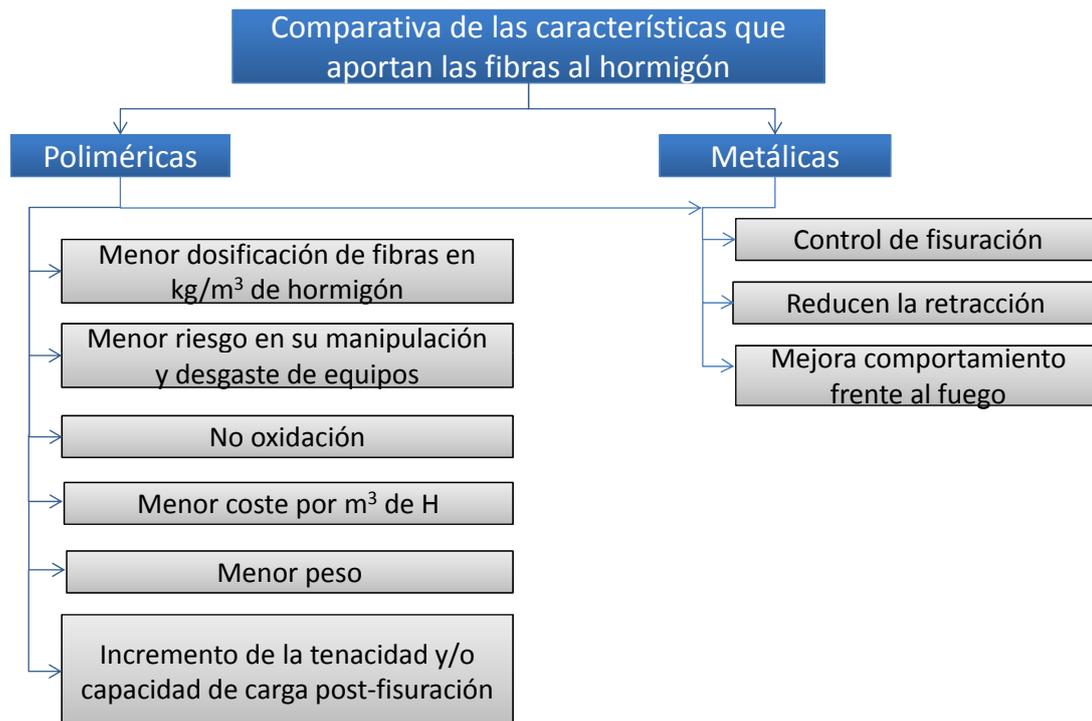
- En la década de **1980** en **Japón**, se comenzó a usar el hormigón autocompactante (HAC).
- “Se define como **hormigón autocompactante** aquel hormigón que, como consecuencia de una dosificación estudiada y del empleo de superplastificantes específicos, **se compacta por la acción de su peso**, sin necesidad de energía de vibración ni de cualquier otro método de compactación, **no presentando segregación, bloqueo de árido grueso, sangrado, ni exudación de la lechada.**”

(Anejo 17. EHE-08)

HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS (HRF)

- A principios de siglo se introducen clavos picados y trozos de piezas metálicas. Poco después propone la utilización de fibras de acero. Y en la década de **1960** aparece el hormigón reforzado con fibras.
- “Los **hormigones reforzados con fibras (HRF)**, se definen como aquellos hormigones que **incluyen** en su composición **fibras** cortas, discretas y **aleatoriamente distribuidas en su masa.**”

(Anejo 14. EHE-08)



ESFUERZO CORTANTE

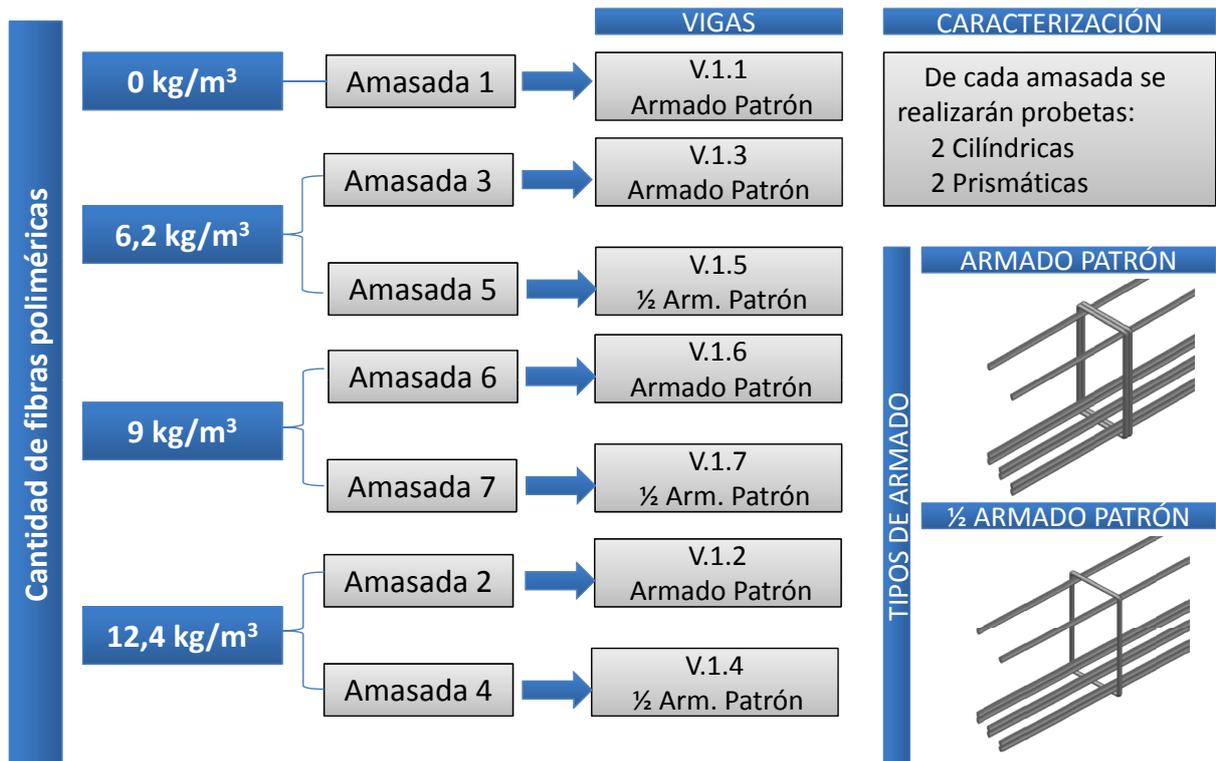
- Se define como esfuerzo cortante a la **solicitación tangencial** que se produce cuando sobre un cuerpo actúan fuerzas iguales, con la misma dirección y sentido contrario. Dichas fuerzas están situadas **en el mismo plano** o en planos muy próximos.
- Principales formas de agotamiento por cortante en vigas:**

1. Tracción diagonal del hormigón

2. Fallo del anclaje de los estribos

3. Agotamiento de los estribos

4. Fallo de la biela comprimida



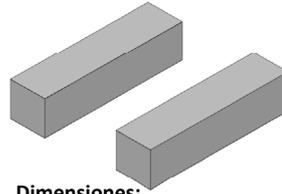
CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL

Ensayos en Hormigón Fresco

- Ecurrimiento
- Anillo Japonés
- Embudo en V
- Aire ocluido

Hormigón Endurecido

Probetas prismáticas

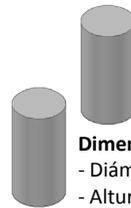


Dimensiones:

- Base x altura: 100 x 100 mm
- Longitud: 400 mm

- Flexión
- Compresión

Probetas cilíndricas



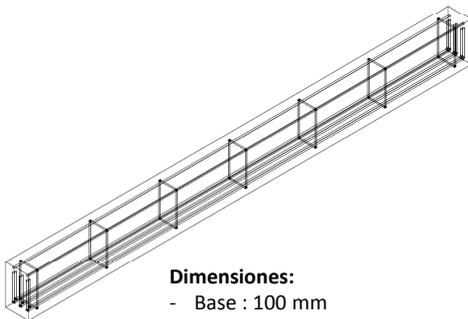
Dimensiones:

- Diámetro: 150 mm
- Altura: 300 mm

- Módulo de deformación
- Compresión

VIGAS

Dimensiones



Dimensiones:

- Base : 100 mm
- Canto: 170 mm
- Longitud: 1920 mm

Armado

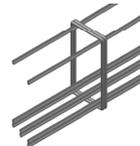
Armado Patrón	½ Armado Patrón
---------------	-----------------

Armado longitudinal:

- Superior: 2 barras \varnothing 8 mm
- Inferior: 6 barras \varnothing 8 mm

Armado transversal:

- 7 cercos **dobles**
- \varnothing 6 mm c/ 30 cm



Armado longitudinal:

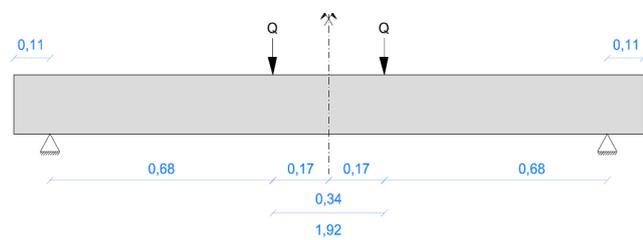
- Superior: 2 barras \varnothing 8 mm
- Inferior: 6 barras \varnothing 8 mm

Armado transversal:

- 7 cercos **simples**
- \varnothing 6 mm c/ 30 cm



Ensayo a flexión



MATERIALES



ENSAYOS PREVIOS: DOSIFICACIÓN

Según la EHE-08 un hormigón autocompactante tiene que tener como resultados en ensayos en estado fresco:



Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurrimiento	T50	$T50 \leq 8 \text{ s}$
	df	$550 \leq df \leq 850 \text{ mm}$
Embudo en V	TV	$4 \text{ s} \leq TV \leq 20 \text{ s}$
Escurrimiento con anillo J	dJf	$\geq df - 50 \text{ mm}$

Modificaciones a seguir para obtener la dosificación deseada:

Ensayo	Problema	Modificación
Escurrimiento	$\phi > 700 \text{ mm}$	↓ aditivo o ↑ finos
	$\phi < 700 \text{ mm}$	↑ aditivo o ↓ finos
	$T-50 > 4 \text{ s}$	↑ aditivo o ↓ finos
Embudo en V	$Tv > 10 \text{ s}$	↑ aditivo o ↓ finos
Escurrimiento anillo J	$\phi < 65 \text{ mm}$	↑ aditivo o ↓ finos
Índice de inspección visual	Segregación	↓ aditivo o ↑ finos
	Exudación	↓ aditivo o ↑ finos





Encofrado



Doblado



Cortado



Atado



Montaje



Aceitado



Colocación separadores



Humedad



Pesado de materiales



Vertido



Amasado



Ensayo escurrimiento



Ensayo Anillo J



Ensayo embudo en V



Ensayo aire ocluido



Hormigonado de vigas



Hormigonado de probetas

Espera 24 horas



Desencofrado



Desmolde



Traslado de vigas y probetas a la cámara de curado

28 días después realizamos los ensayos de hormigón endurecido

Ensayos para caracterización del material



Preparación de probetas

PRISMÁTICAS



Flexión

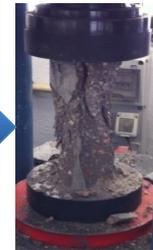


Compresión

CILÍNDRICAS



Módulo de deformación



Compresión

Ensayos en vigas



Instrumentación de vigas



Ensayo a flexión a 4 puntos

ENSAYOS PREVIOS: DOSIFICACIÓN

Para llegar a la dosificación deseada se realizaron 14 amasadas, hasta dar como óptima la siguiente dosificación:

Material	Kg/m ³
Cem	325
Agua	195
Finos	18,5
Arena 0/2	517
Arena 0/4	757
Grava	553,9
Aditivo 1,3% Sika Viscocrete 3425	4,225
A/C = 0,6	



T₅₀: 3,5 s
 Ø_{MÁX} = 685mm



Ø_{MÁX}: 665mm



T_v: 12s

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurecimiento	T50	T50 ≤ 8 s
	df	550 ≤ df ≤ 850 mm
Embudo en V	TV	4 s ≤ TV ≤ 20 s
Escurecimiento con anillo J	dJf	≥ df-50 mm

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL: ENSAYOS EN FRESCO

		Amasada_V.1.1	Amasada_V.1.3	Amasada_V.1.5	Amasada_V.1.6	Amasada_V.1.7	Amasada_V.1.2	Amasada_V.1.4
		Sin Fibras	HRF_6,2 kg/m ³	HRF_6,2 kg/m ³	HRF_9 kg/m ³	HRF_9 kg/m ³	HRF_12,4 kg/m ³	HRF_12,4 kg/m ³
Escurecimiento sin fibras	T50 (s)	3	3,3	3,2	2,5	3	3	3
	Ø _{máx}	780	725	735	735	675	725	758
Escurecimiento con fibras	T50 (s)	-	5	4,2	3	4	nulo	11,7
	Ø _{máx}	-	700	680	585	515	nulo	603
Anillo J	C _{bE} (%)	9,37	43,54	46,87	45,83	46,87	nulo	nulo
	Ø _{máx}	723	500	430	415	440	nulo	nulo
Embudo en V	T _v (s)	7,5	14	14	nulo	nulo	nulo	nulo
Aire ocluido	%	1,9	2,6	2,4	2,2	2,6	2,4	2,5

A mayor cantidad de fibras:

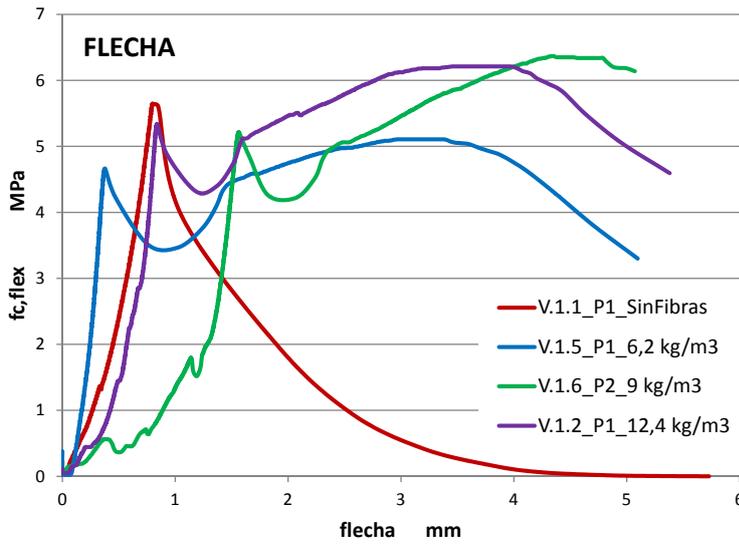
- Menor diámetro de la "torta"
- Mayor T₅₀
- Mayor T_v
- Mayor contenido de aire ocluido



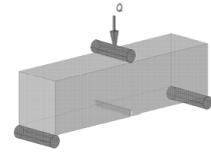
Contenidos 12,4 kg/m³:

- Dificultad amasada
- Resultados nulos

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL: ENSAYOS ENDURECIDO



Ensayo a flexión a 3 puntos

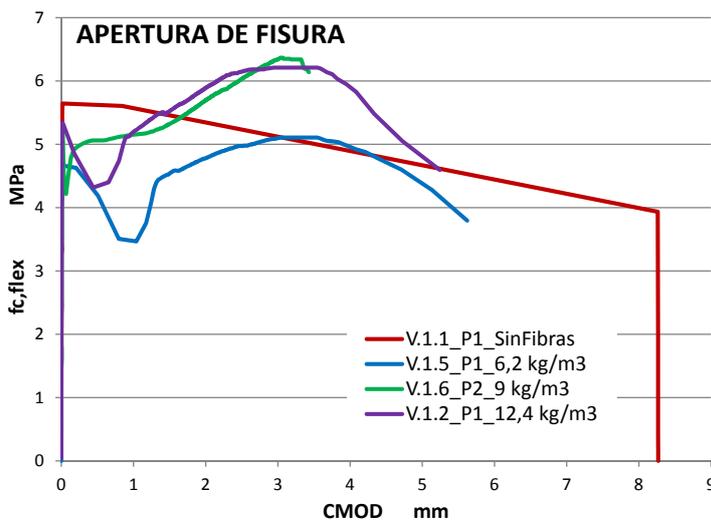


Variación según la cantidad de fibras aportadas:

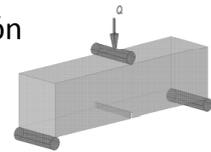
- carga máxima soportada a primera fisura
- tras la primera fisura
- control de fisuración
- flecha

	V.1.1_P1 (Sin Fibras)	V.1.5_P1 (6,2kg/m ³)	V.1.6_P2 (9kg/m ³)	V.1.2_P1 (12,4kg/m ³)
Carga máxima (kN)	10,16	9,19	8,35	6,21
Tensión (MPa)	5,64	5,11	4,64	11,18
fc(MPa) Flecha 0,6	3,28	3,51	0,46	2,25
Módulo de elasticidad (MPa)	20693	36559,89	24490,86	26659

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL: ENSAYOS ENDURECIDO



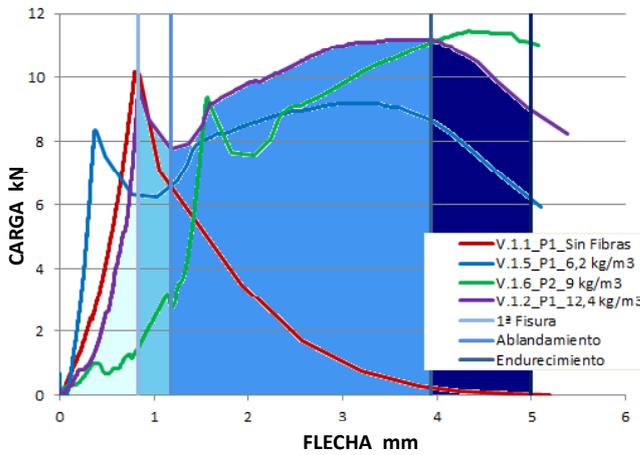
Ensayo a flexión a 3 puntos



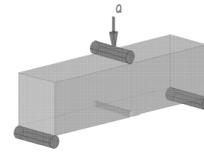
A medida que aumentamos los kg/m³ de fibras para una misma apertura de fisura, mayores cargas.

	fc(MPa) CMOD 0,05	fc(MPa) F1 CMOD 0,5	fc(MPa) F2 CMOD 1,5	fc(MPa), F3 CMOD 2,5	fc(MPa), F4 CMOD 3,5
V.1.1_P1 (Sin Fibras)	5,64	5,61	-	-	-
V.1.5_P1 (6,2kg/m ³)	4,63	3,51	4,56	4,97	5,11
V.1.6_P2 (9kg/m ³)	3,27	1,82	1,07	0,74	0,54
V.1.2_P1 (12,4kg/m ³)	5,32	4,32	5,52	6,14	6,21

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL: ENSAYOS ENDURECIDO



Ensayo a flexión a 3 puntos

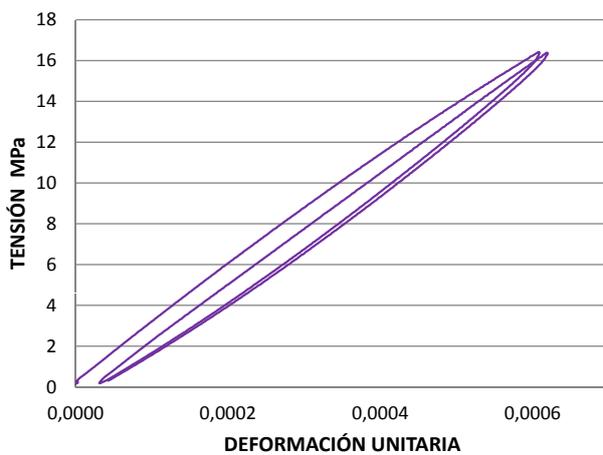


Variación según la cantidad de fibras aportadas:

- energía absorbida hasta primera fisura
- energía absorbida resto de fases
- tenacidad

	Energía Absorbida(N-mm)				Tenacidad (N-mm)
	1ª Fisura	Ablandamiento	Endurecimiento	Post Rotura	
V.1.1_P1 (Sin Fibras)	5215,44	-	-	9941,18	17698,68
V.1.5_P1 (6,2kg/m³)	3417,94	5741,57	18762,55	16658,77	44580,83
V.1.6_P2 (9kg/m³)	5898,66	5290,56	21804,32	8715,25	41708,79
V.1.2_P1 (12,4kg/m³)	4507,48	4488,69	26679,95	17564,54	53240,66

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL: ENSAYOS ENDURECIDO



Ensayo del módulo de deformación

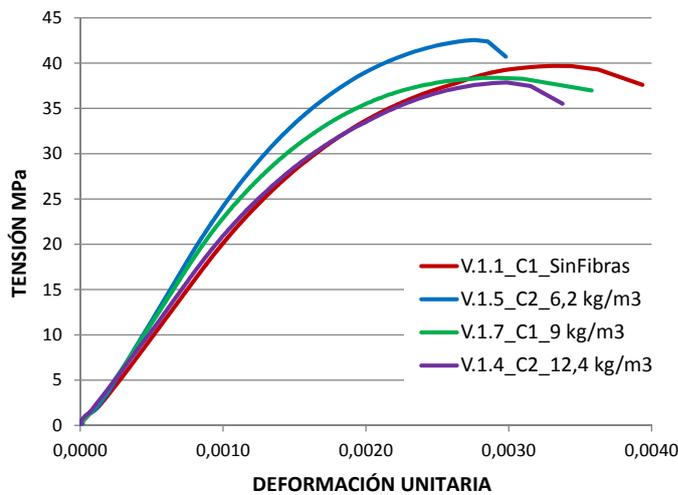


Según la cantidad de fibras aportadas:

- 6,2kg/m³ de fibras, poca variación
- 9 y 12,4kg/m³ de fibras, disminución del módulo

	V.1.1_C1 (Sin Fibras)	V.1.5_C2 (6,2kg/m³)	V.1.7_C1 (9kg/m³)	V.1.4_C2 (12,4kg/m³)
Módulo de deformación (MPa)	30053	30150	29606	21399,86

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL: ENSAYOS ENDURECIDO



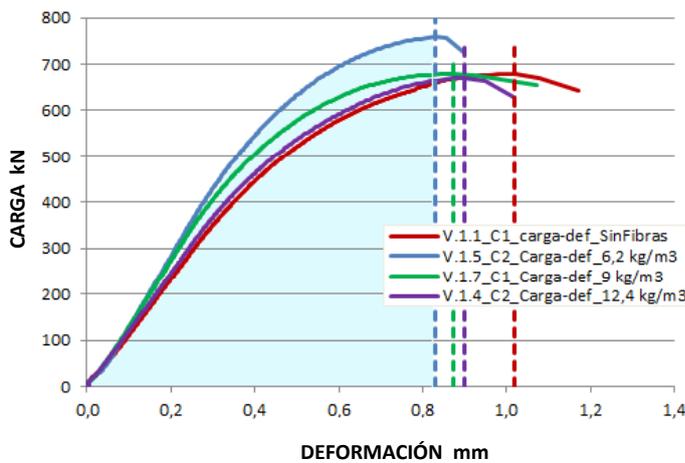
Ensayo a compresión



- Resultados dispersos en resistencia
- A mayor cantidad de fibras menor deformación

	Tensión (MPa)	Carga máxima (KN)	Deformación en carga máxima (mm)
V.1.1_C1 (Sin Fibras)	39,69	678,2	0,99
V.1.5_C2 (6,2kg/m ³)	42,92	758,5	0,82
V.1.7_C1 (9kg/m ³)	38,37	679,1	0,87
V.1.4_C2 (12,4kg/m ³)	37,94	670,4	0,9

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL: ENSAYOS ENDURECIDO



Ensayo a compresión



- energía absorbida por el material sin fibras es mayor
- a mayor cantidad de fibras menor tenacidad

	V.1.1_C1 (Sin Fibras)	V.1.5_C2 (6,2kg/m ³)	V.1.7_C1 (9kg/m ³)	V.1.4_C2 (12,4kg/m ³)
Tenacidad (N·mm)	507262,19	426706	30656,04	429936,55

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL: ENSAYOS ENDURECIDO

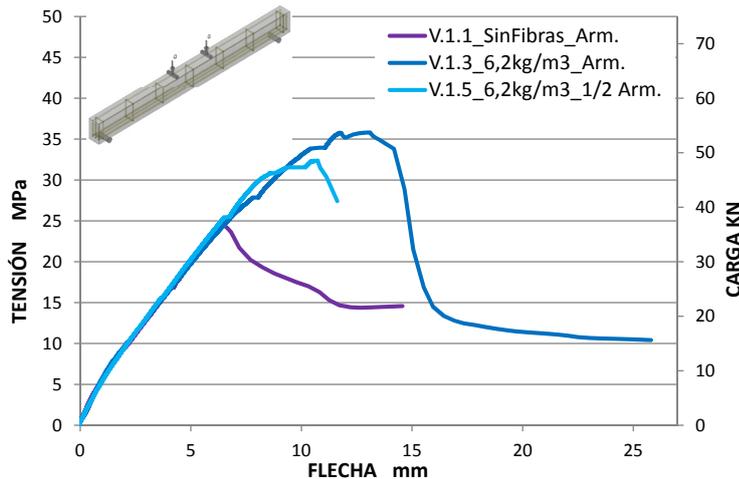
Las variaciones de los resultados pueden ser debidas a la disposición y distribución aleatoria y no uniforme de las fibras dentro de las probetas.

Probetas Prismáticas

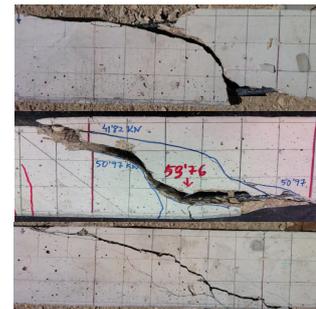


Probetas Cilíndricas

ENSAYOS DE HORMIGÓN EN VIGAS



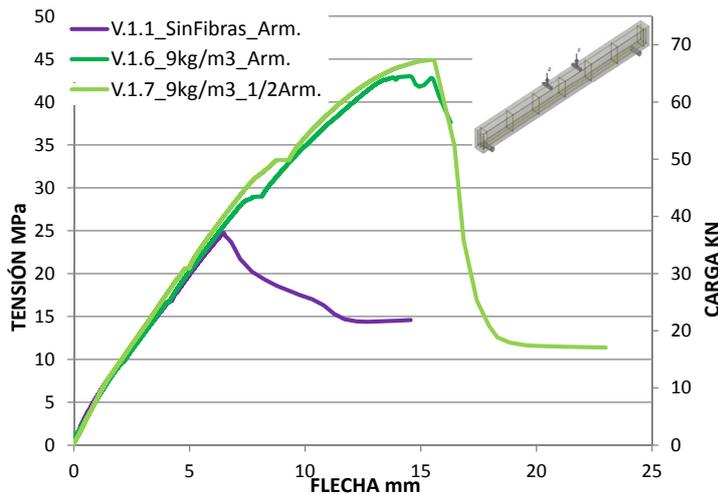
V.1.1 Sin Fibras Armado Patrón
 V.1.3 6,2kg/m³ Armado Patrón
 V.1.5 6,2kg/m³ ½ Arm. Patrón



- Aparición y tipo de fisuras
- Carga máxima
- Comportamiento tras la rotura de la matriz
- Flecha

	1ª Fisuración			2ª Fisuración			Rotura		
	Carga (KN)	Flecha (mm)	Aparición Fisuras	Carga (KN)	Flecha (mm)	Aparición Fisuras	Carga (KN)	Flecha (mm)	Descripción
V.1.1 (Sin Fibras)	25,24	4,22	Flexión	---	---	---	37,14	6,48	Rotura frágil instantánea por cortante
V.1.3 (6,2 kg/m ³)	41,82	8,04	Cortante	50,97	11,07	Flexión y Cortante	53,76	13,06	Rotura frágil progresiva por cortante
V.1.5 (6,2 kg/m ³)	38,24	6,7	Flexión	47,36	10,16	Flexión y Cortante	48,59	10,74	

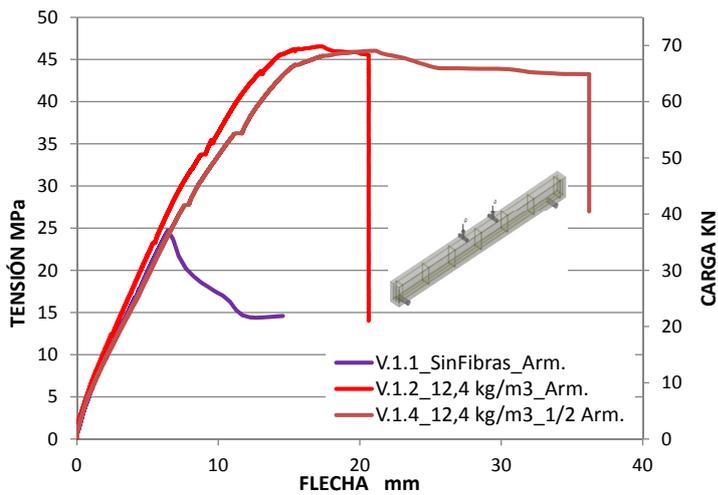
ENSAYOS DE HORMIGÓN EN VIGAS



- V.1.1 Sin Fibras Armado Patrón
- V.1.6 9 kg/m³ Armado Patrón
- V.1.7 9 kg/m³ ½ Arm. Patrón
- Aparición y tipo de fisuras
- Carga máxima
- Comportamiento tras la rotura de la matriz
- Flecha

	1ª Fisuración			2ª Fisuración			Rotura		
	Carga (KN)	Flecha (mm)	Aparición Fisuras	Carga (KN)	Flecha (mm)	Aparición Fisuras	Carga (KN)	Flecha (mm)	Descripción
V.1.1 (Sin Fibras)	25,24	4,22	Flexión	---	---	---	37,14	6,48	Rotura frágil instantánea por cortante
V.1.6 (9 kg/m ³)	25,04	4,13	Flexión	43,5	8,12	Flexión y Cortante	64,56	14,47	Rotura frágil progresiva por cortante
V.1.7 (9 kg/m ³)	31	4,98	Flexión	49,88	9,29	Flexión y Cortante	67,41	15,55	

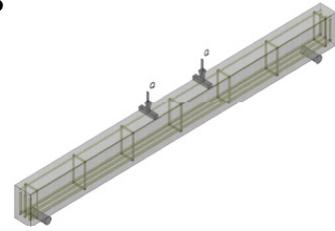
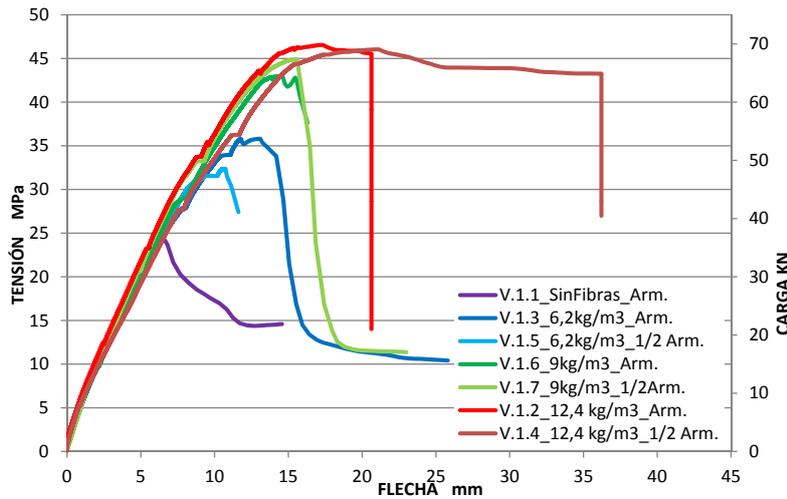
ENSAYOS DE HORMIGÓN EN VIGAS



- V.1.1 Sin Fibras Armado Patrón
- V.1.2 12,4 kg/m³ Armado Patrón
- V.1.4 12,4 kg/m³ ½ Arm. Patrón
- Aparición y tipo de fisuras
- Carga máxima
- Flecha
- Evita fallo por cortante

	1ª Fisuración			2ª Fisuración			Rotura		
	Carga (KN)	Flecha (mm)	Aparición Fisuras	Carga (KN)	Flecha (mm)	Aparición Fisuras	Carga (KN)	Flecha (mm)	Descripción
V.1.1 (Sin Fibras)	25,24	4,22	Flexión	---	---	---	37,14	6,48	Rotura frágil instantánea por cortante
V.1.2 (12,4 kg/m ³)	34,95	5,48	Flexión	50,65	8,83	Flexión y Cortante	69,88	17,16	Agotamiento de la cabeza de compresión y pandeo lateral de la armadura superior por falta de estribo
V.1.4 (12,4 kg/m ³)	41,67	7,85	Flexión	54,42	11,68	Flexión y Cortante	69,11	20,86	

ENSAYOS DE HORMIGÓN EN VIGAS



- Aparición y tipo de fisuras
- Tipo de rotura
- Carga máxima y flecha
- Armado patrón y ½ armado patrón

	1ª Fisuración			2ª Fisuración			Rotura		
	Carga (KN)	Flecha (mm)	Aparición Fisuras	Carga (KN)	Flecha (mm)	Aparición Fisuras	Carga (KN)	Flecha (mm)	Descripción
V.1.1 (Sin Fibras)	25,24	4,22	Flexión	---	---	---	37,14	6,48	Rotura frágil instantánea por cortante
V.1.3 (6,2 kg/m³)	41,82	8,04	Cortante	50,97	11,07	Flexión y Cortante	53,76	13,06	Rotura frágil progresiva por cortante
V.1.5 (6,2 kg/m³)	38,24	6,7	Flexión	47,36	10,16	Flexión y Cortante	48,59	10,74	
V.1.6 (9 kg/m³)	25,04	4,13	Flexión	43,5	8,12	Flexión y Cortante	64,56	14,47	
V.1.7 (9 kg/m³)	31	4,98	Flexión	49,88	9,29	Flexión y Cortante	67,41	15,55	Agotamiento de la cabeza de compresión y pandeo lateral de la armadura superior por falta de estribo
V.1.2 (12,4kg/m³)	34,95	5,48	Flexión	50,65	8,83	Flexión y Cortante	69,88	17,16	
V.1.4 (12,4kg/m³)	41,67	7,85	Flexión	54,42	11,68	Flexión y Cortante	69,11	20,86	

TIPIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

Hormigón Autocompactante (HAC)



T_{50} : 3,5 s
 $\phi = 685\text{mm}$

Embudo en V: T_v : 12s

AC-E clase de escurrimiento:
AC-E2 650 mm < d_f ≤ 750 mm

AC-V clase de viscosidad:
AC-V2 2 seg < T_{50} < 8 seg
6 seg ≤ T_v ≤ 10 seg



ϕ : 665mm

AC-RB clase de resistencia al bloqueo:
AC-RB2 $d_f \geq d_f - 50$ mm,
con un anillo de 20 barras

Hormigón Reforzado con 6,2 kg/m³ de Fibras Poliméricas (HRFP)

Tensión (MPa)	Resistencia a compresión	Fc(MPa), F1 CMOD 0,5	fc(MPa), F3 CMOD 2,5	Resistencia característica residual a flexotracción especificada 6,2kg/m³:
V.1.3_C1 (6,2kg/m³)	Resistencia a compresión 6,2kg/m³: fcm = 38,83	V.1.3_P1 (6,2kg/m³)	3,28	3,37
V.1.3_C2 (6,2kg/m³)		V.1.3_P2 (6,2kg/m³)	3,75	2,48
V.1.5_C1 (6,2kg/m³)	fck = 38,83 – 8 fck ≈ 30 N/mm² (MPa)	V.1.5_P1 (6,2kg/m³)	4,56	5,11
V.1.5_C2 (6,2kg/m³)		V.1.5_P2 (6,2kg/m³)	3,64	3,64

$f_{R1} = 0,7 \cdot 3,81$
 $f_{R1} \approx 2,6 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$
 $f_{R3} = 0,7 \cdot 3,65$
 $f_{R1} \approx 2,5 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$

Tipo de ambiente

Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso
Normal	Humedad alta	Ila	Corrosión de origen diferente de los cloruros
	Humedad media	Ilb	

HAFP-30/f-2,6-2,5/AC/12,5-60/Ila

HAFP-30/f-2,6-2,5/(AC-E2+AC-V1+AC-RB2)/12,5-60/Ila

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
V.1.1	Viga de HAC Sin Fibras con Armado Patrón	114,10
V.1.2	Viga de HAC reforzado con 12,4 kg/m ³ de fibras poliméricas con Armado Patrón	116,26
V.1.3	Viga de HAC reforzado con 6,2 kg/m ³ de fibras poliméricas con Armado Patrón	115,18
V.1.4	Viga de HAC reforzado con 12,4 kg/m ³ de fibras poliméricas con ½ Armado Patrón	115,62
V.1.5	Viga de HAC reforzado con 6,2 kg/m ³ de fibras poliméricas con ½ Armado Patrón	114,54
V.1.6	Viga de HAC reforzado con 9 kg/m ³ de fibras poliméricas con Armado Patrón	115,67
V.1.7	Viga de HAC reforzado con 9 kg/m ³ de fibras poliméricas con ½ Armado Patrón	115,03
		806,41
		IVA 21% 169,35
IMPORTE TOTAL		975,76

Diferencia de costes en base a la unidad:

6,2 kg/m³ ➡ 1,08 €

9 kg/m³ ➡ 1,57 €

12,4 kg/m³ ➡ 2,16 €

La diferencia entre armado patrón y 1/2 armado patrón es de 0,64 €

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL

Con la incorporación de **fibras poliméricas**:

- mejora la respuesta a fisuración
- reduce la fragilidad del material
- aumenta la tenacidad

ESFUERZO A CORTANTE EN VIGAS

Con la incorporación de **fibras poliméricas**:

- retrasa y controla la rotura por cortante con **6,2 y 9 kg/m³** de fibras
- retrasa y controla la rotura y evita el cortante con **12,4 kg/m³** de fibras
- mejora la capacidad mecánica a cortante, comportamiento dúctil **12,4 kg/m³**

- **Caracterización del material** con un **mayor número de probetas** para reducir la variabilidad en algunos de los ensayos realizados.
- Estudiar el **cortante puro en probetas**, determinación de la resistencia a cortante, según UNE-83511.
- Estudiar si la incorporación de **fibras** puede ser **sustitutiva al armado** de las vigas y en qué cantidad.
- Proponemos la realización de **más variables de armado**, reduciendo progresivamente **hasta eliminar los cercos**.
- Cuantificar con qué **cantidad de fibras** se llega al punto más **óptimo de trabajo**, proponemos realizar más **variables** de dosificación de fibras entre **9 y 12,4 kg/m³**.
- Por último realizar el **mismo estudio** con las consideraciones citadas en el presente apartado en **vigas planas**.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHE (2008). *Monografía nº 13. Hormigón autocompactante: Diseño y aplicación.*
- ACHE (2008). *Monografía nº 2. Manual de Tecnología del hormigón reforzado con fibras de acero.*
- ACHE (2008). *Monografía nº 16. Manual de Tecnología de aditivos para Hormigón.*
- FERNÁNDEZ GÓMEZ, J. Y BURÓN MAESTRO, M. (2005). *Guía práctica para la utilización del hormigón autocompactante.* IECA, Madrid, España.
- AGULLÓ, GETTU, AGUADO Y SAIDIVAR(2000). *La tenacidad de hormigones reforzados con fibras de acero.* Monografía CIMNE Nº 54.
- FERNÁNDEZ CÁNOVAS, MANUEL (2000). *Hormigón*
- ING. JORGE R. BERNAL (2005). *Hormigón armado-Vigas I.*
- *Esfuerzo a cortante en hormigón armada.* Intemac ediciones. DVD de formación técnica.
- TURMO, BANTHIA, GETTU Y BARRAGÁN (2008). *Estudio del comportamiento a cortante de vigas de hormigón reforzado con fibras.* Materiales de Construcción Vol. 58.
- GUTIÉRREZ JIMÉNEZ, PACIOS ÁLVAREZ Y CARBALLOSA DE MIGUEL (2012). *Diseño optimizado y caracterización de hormigones autocompactantes reforzados con fibra polimérica de alto módulo.* 3º Congreso Iberoamericano sobre hormigón autocompactante.
- FOMENTO, "EHE 08, Instrucción de hormigón estructural"

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

AGRADECIMIENTOS:

A nuestros tutores del proyecto José Ramón Albiol Ibáñez y Luis Vicente García Ballester, por su constante dedicación y orientación.

A Rafa Calabuig Pastor y Jesús Martínez Sanz, técnicos del laboratorio de construcciones arquitectónicas, por su ayuda y consejos durante nuestras horas en el laboratorio.

A Viraje Arquitectura por apoyarnos y proporcionarnos parte del material necesario para la realización de nuestro proyecto.

A nuestros compañeros del taller por su ayuda y colaboración, sobretodo en los largos días de laboratorio.

Y por último y más importante a nuestras familias por su constante apoyo, ayuda y consejos.