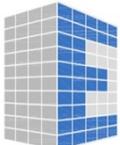




Placa para falso techo de escayola aligerada con residuos de EPS

Santa Cruz Astorqui, Jaime
del Río Merino, Mercedes
Villoria Sáez, Paola





Placa para falso techo de escayola aligerada con residuos de EPS

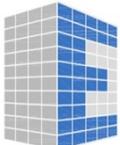
ESTUDIOS PREVIOS

PROPUESTA DE PLACA SANDWICH

CARACTERIZACION DE MATERIALES EMPLEADOS

ESTUDIO COMPARATIVO PLACA COMERCIAL – PLACA PROPUESTA

RESULTADOS Y CONCLUSIONES



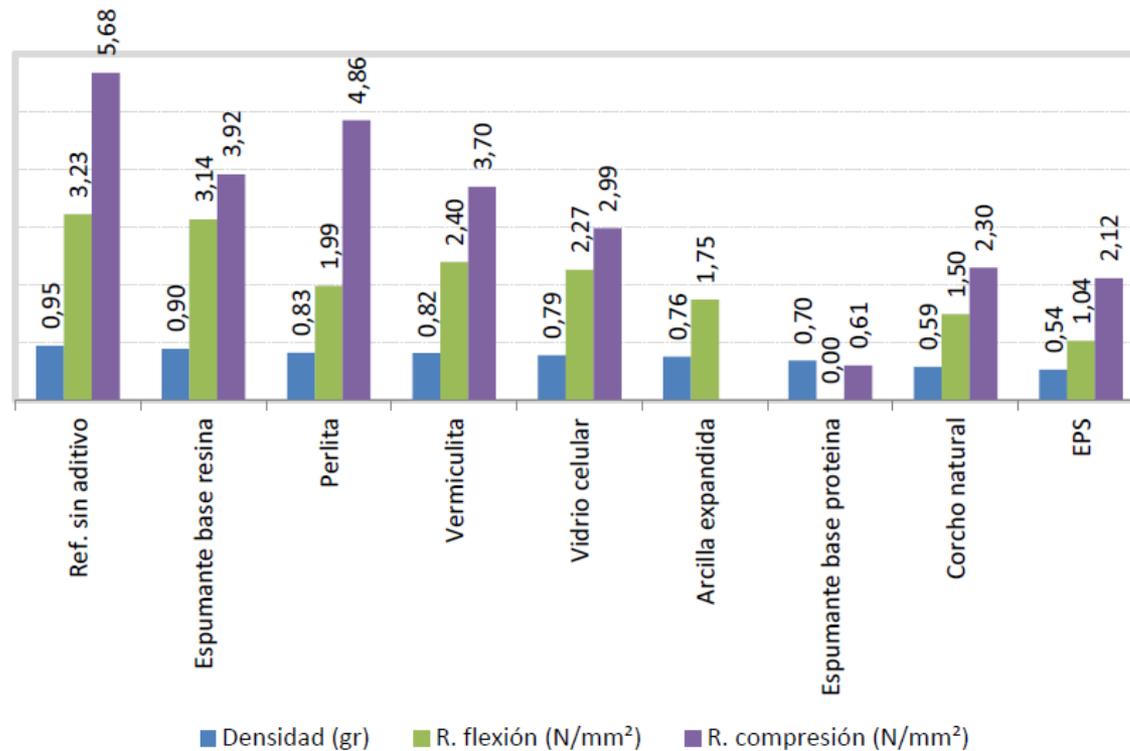


Objetivos del Grupo de investigación TEMA: el estudio de elementos y sistemas constructivos realizados con materiales provenientes de residuos de construcción y demolición (RCD), que mejoren las características de los ya comercializados, reduciendo así el impacto ambiental en la edificación.

El estudio presentado en este **concurso de ecodiseño** se refiere a la utilización del triturado de EPS proveniente del reciclado de obras de construcción/rehabilitación, para la fabricación de placas de yeso para falsos techos continuos.

Convenio del grupo **TEMA** con la empresa FARRAUS (2013): estudio sobre la utilización de diferentes materiales aligerantes para la fabricación de elementos prefabricados en base escayola, tales como tabiques y falsos techos.

➔ **Reducción cantidad de materia prima (escayola) incorporando RCD**



Gráfica de características de yeso adicionado con diferentes aligerantes

De todas las configuraciones estudiadas, se elige la mezcla de YG con una proporción inicial del 2% de **EPS procedente de RCD** (en peso sobre YG), dado que produce un material de baja densidad, pero con unas propiedades mecánicas adecuadas a su utilización en piezas prefabricadas (moldeadas) de bajo requerimiento estructural.

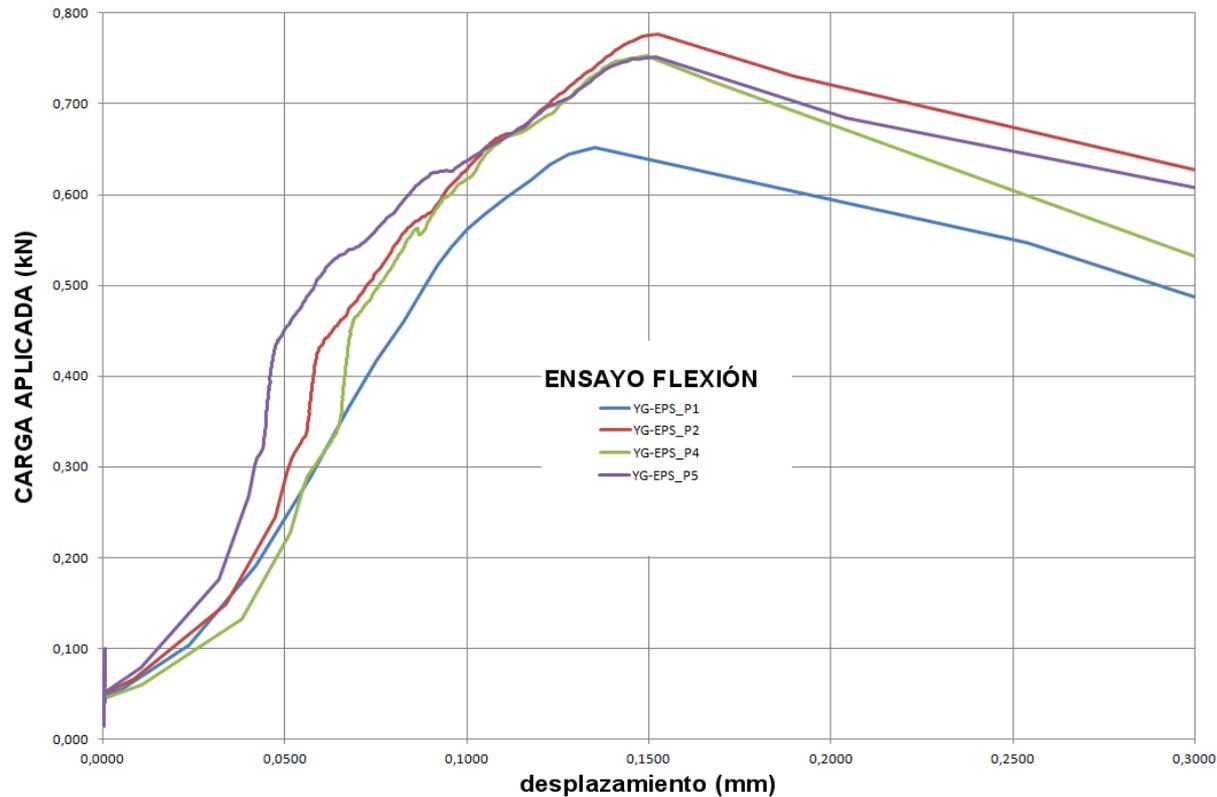
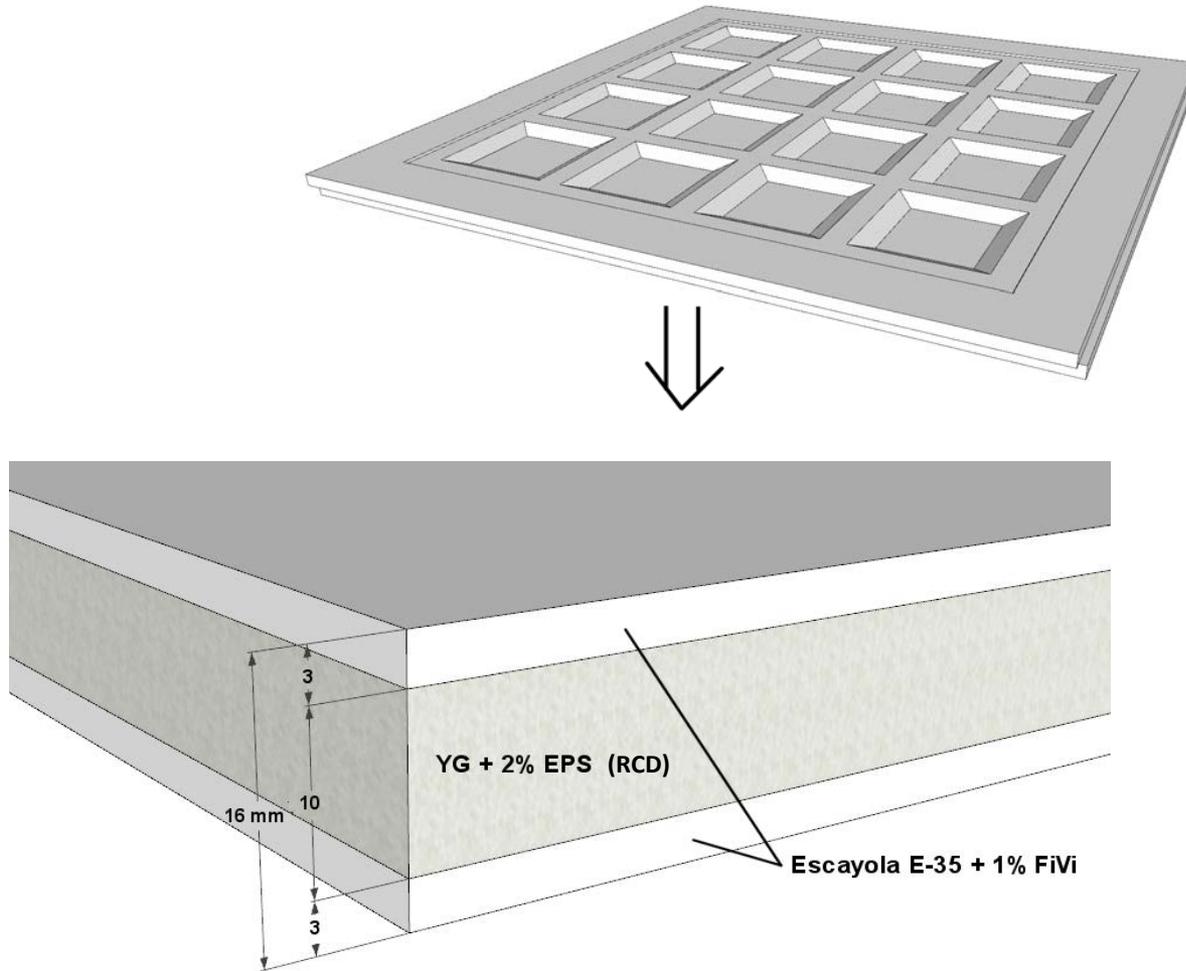


Gráfico de ensayo a flexión por 3 puntos de probetas 4x4x16 de YG+2%EPS

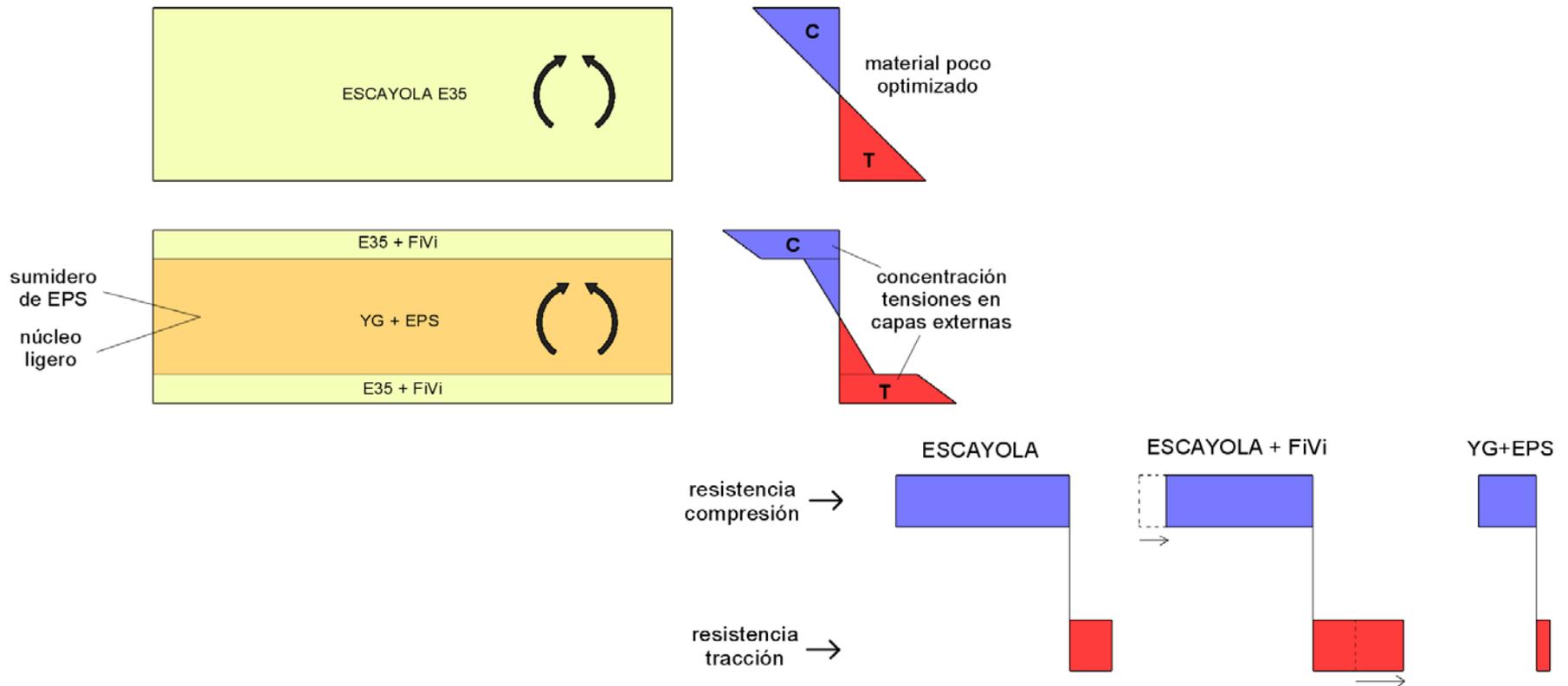
Se propone una configuración de sándwich para formar una placa de espesor homogéneo, cuya resistencia a la flexión sea equivalente a la de una placa estándar comercializada de escayola.



PLACAS EXTERNAS: el espesor se limita a 3mm por la dificultad técnica de fabricación. Se incorpora un pequeño porcentaje de FiVi (1% sobre peso de escayola) para:

- Evitar el desprendimiento en caso de rotura de la placa
- Aumentar su resistencia a tracción y compensar el “alto” valor de resistencia a compresión
→ optimiza el material para su funcionamiento en el sándwich.

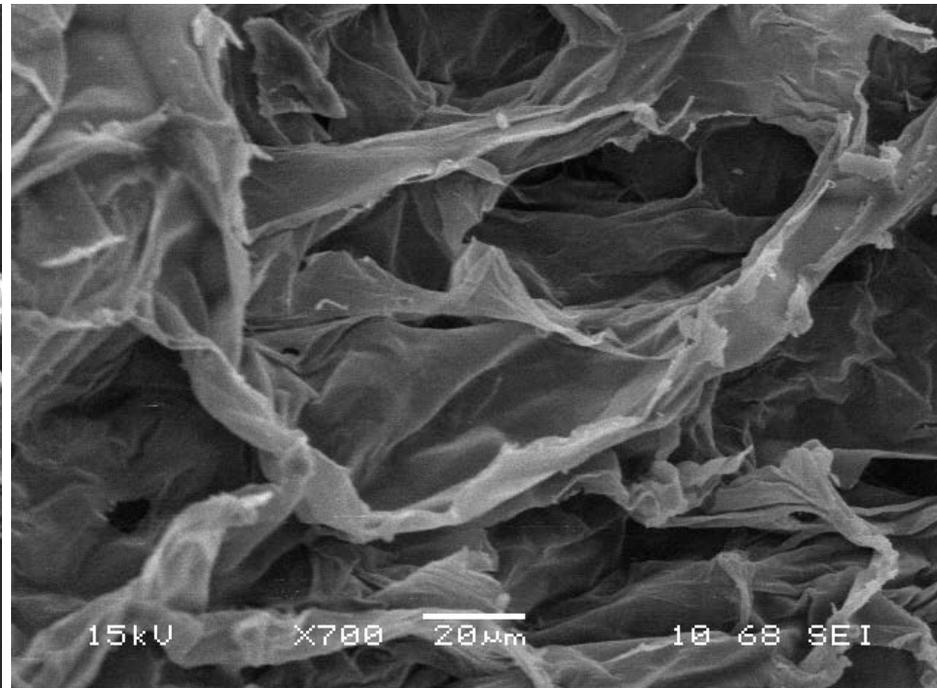
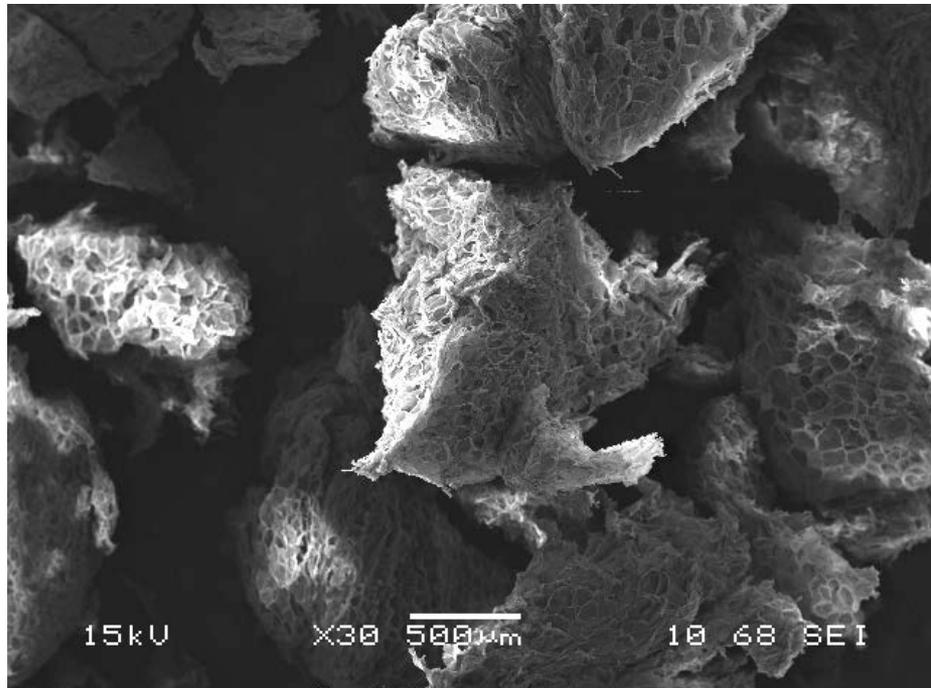
NUCLEO: mezcla de YG y un 2% (en peso sobre YG) de EPS reciclado, obtenido por **raspado en pequeños fragmentos**. Su baja resistencia y módulo de elasticidad son apropiados para el bajo requerimiento mecánico del núcleo del sándwich.



DOSIFICACIONES EMPLEADAS

- Placas externas:** Escayola E-35 con adición de 1% (en peso) de fibra de vidrio de 12mm (A/Y=0,8)
(actualmente, trabajando con fibras procedentes de RCD, tales como lana mineral, etc)
- Núcleo:** YG con adición de 2% (en peso) de **EPS* triturado** (A/Y=0,8)

* El EPS triturado se ha **obtenido por raspado** de un envase. El EPS obtenido presenta una granulometría fina, en la que las burbujas originales quedan totalmente rotas. Por ello, la densidad original del EPS (0,025 g/cm³) aumenta a un valor de 0,035 g/cm³



OBTENCIÓN DE VALORES CARACTERISTICOS DE LOS MATERIALES

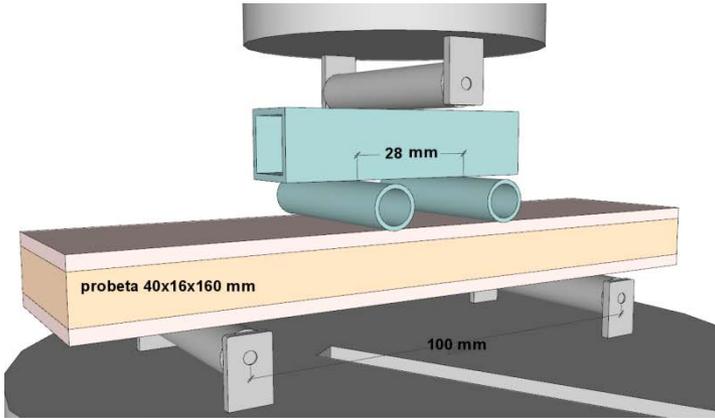
- **Obtención directa**: mediante ensayos de laboratorio sobre probetas 4x4x16:

- módulo Young
- resistencia compresión
- densidad

	Módulo E (MPa)	Resist Comp. (MPa)
ESC + 1% FiVi	4570	7.60
YG + 2% EPS	1726	2.35

	Densidad (g/cm ³)	YG o ESC	Agua	FiVi	EPS	Aire
ESC + 1% FiVi	0.993	40.04 %	24.00 %	0.29 %	-	35.66 %
YG + 2% EPS	0.681	27.47 %	15.95 %	-	31.60 %	24.98 %

- **Obtención indirecta:** mediante ensayos de flexión a 4 puntos en laboratorio y simulados por elementos finitos:

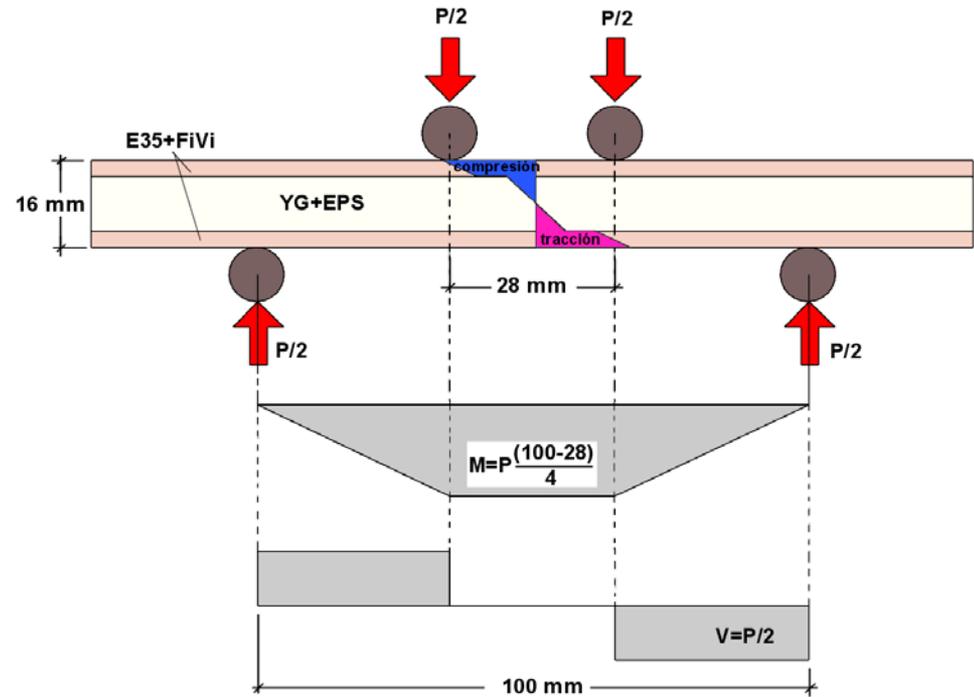


- resistencia tracción
- comprobación módulo E

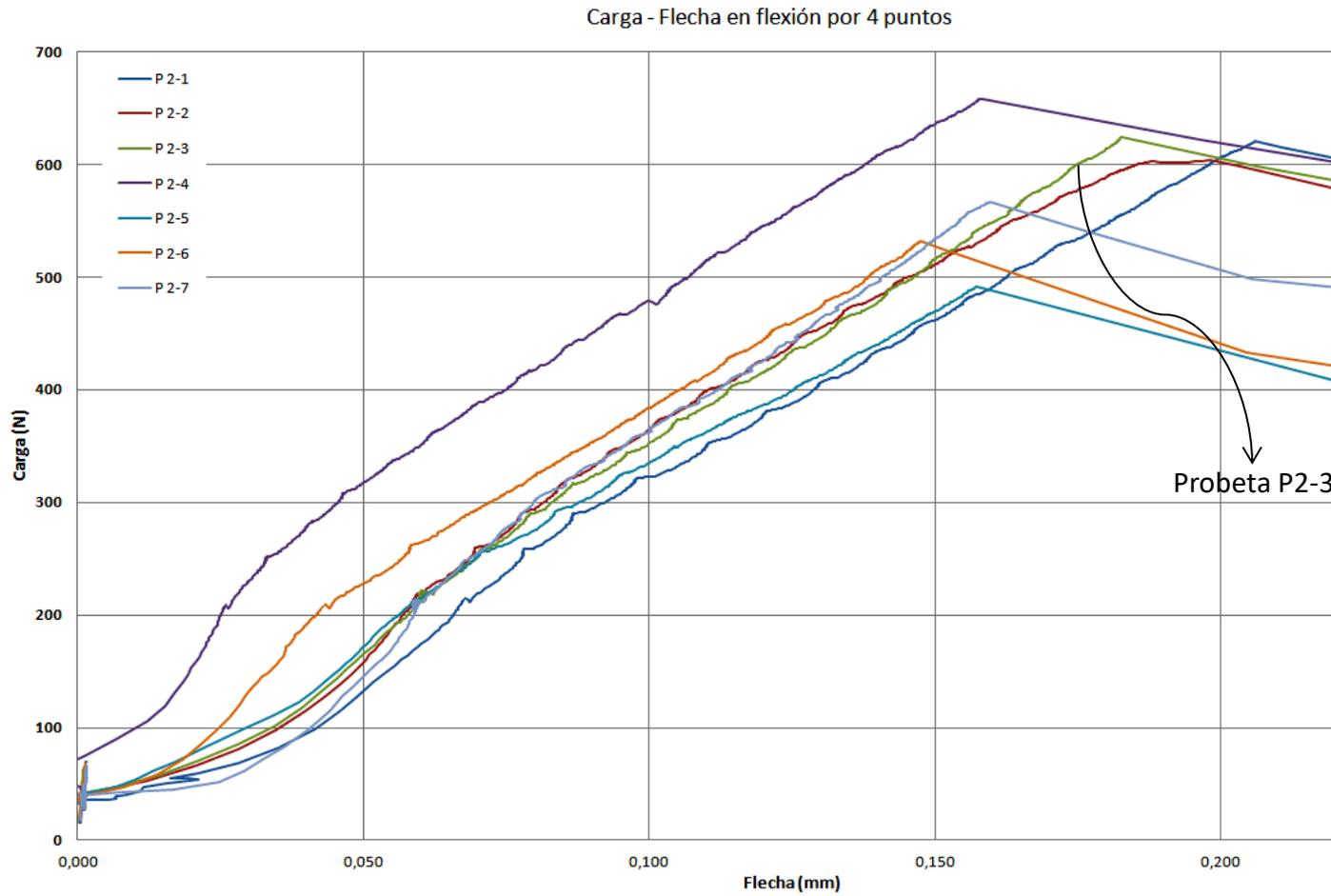
Resist. Tracción
(MPa)

ESC + 1% FiVi	7.03
YG + 2% EPS	1.62*

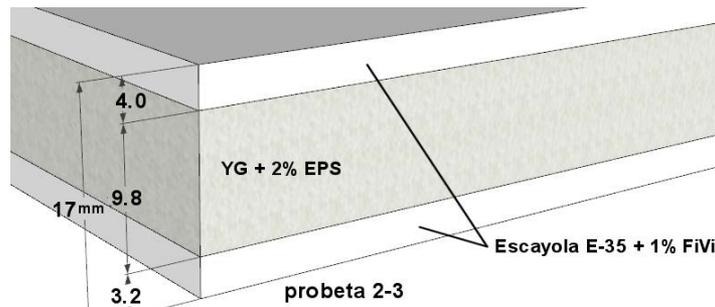
* Dato recabado del estudio de FARRAUS (2013)



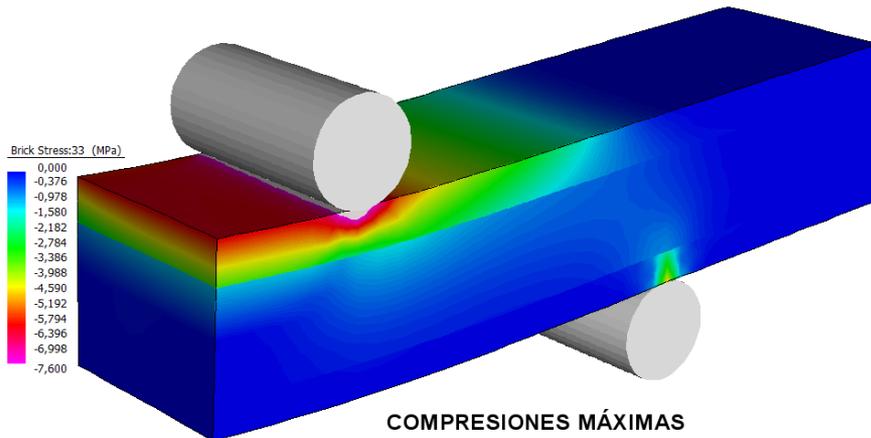
Gráfica de resultados de CARGA (N) – FLECHA (mm)



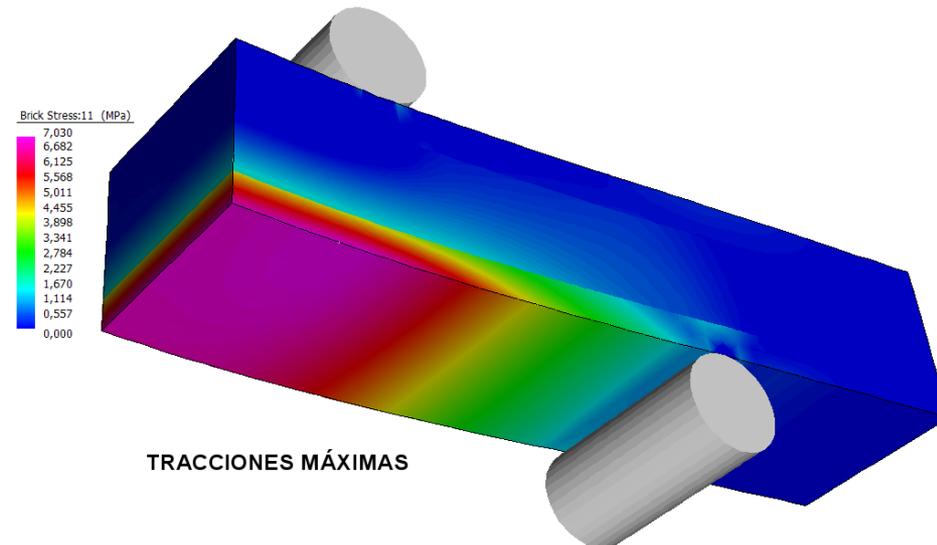
Simulación numérica del ensayo realizado en laboratorio sobre la probeta 2-3 para obtener la verificación de los valores de los módulos de Young utilizados, y el valor de tensión de rotura a tracción de la placa de escayola + FiVi. La carga de rotura obtenida para la probeta P.2-3 es de **624.5 N**, carga que es utilizada en la simulación (análisis no-lineal, 10 incrementos de carga). Ante esta carga, debemos considerar que la tensión máxima de tracción en la zona de rotura (zona media de la cara inferior), será la tensión de rotura a tracción del material (E-35+FiVi en este caso):



medidas "reales" de la probeta de muestra P.2-3



COMPRESIONES MÁXIMAS

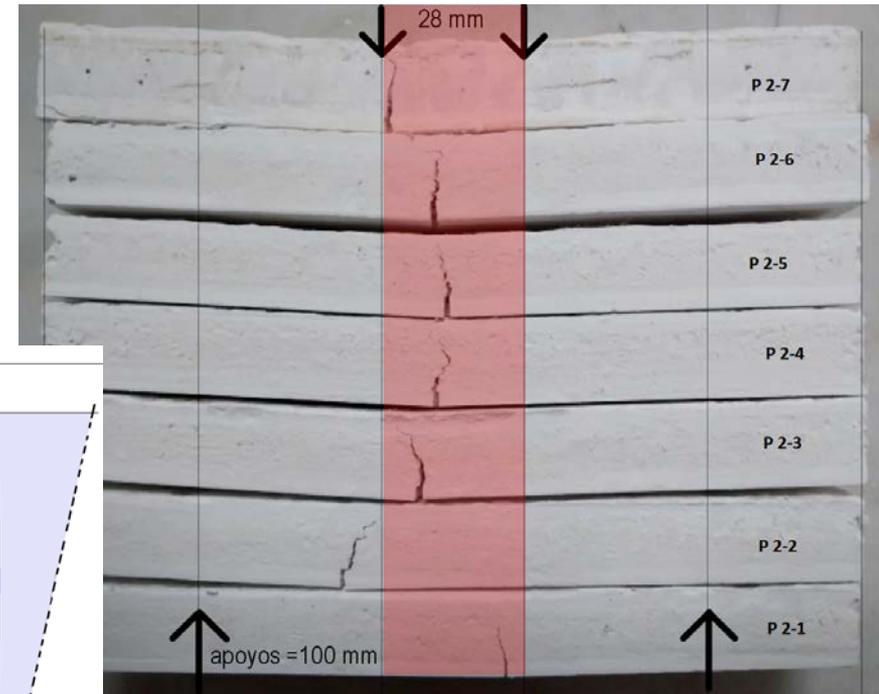
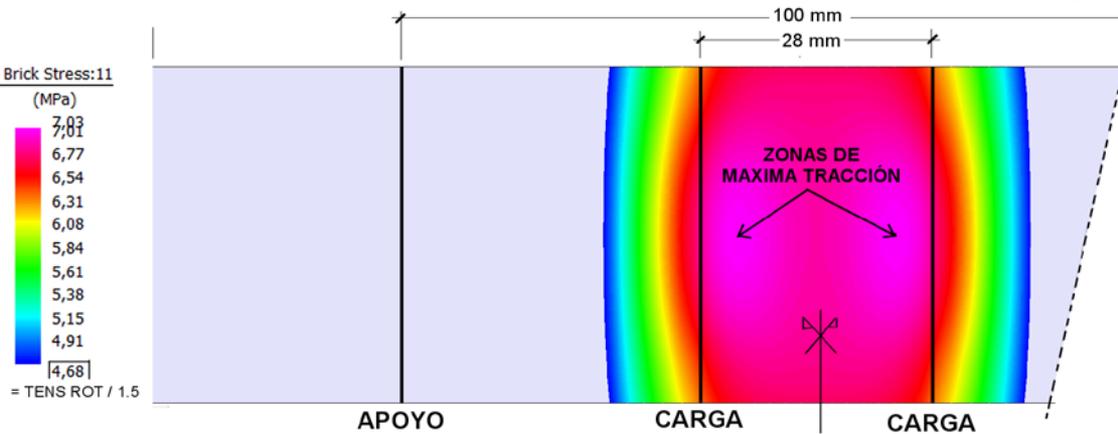


TRACCIONES MÁXIMAS

Mapa de tensiones principales en cada punto: Compresiones limitadas a -7,60 MPa y tracciones limitadas a 7,03 MPa

Mapa de tensiones principales de tracción en la parte central de la placa inferior (vista inferior)

El valor máximo (7.03 MPa) se produce en el centro de la probeta, muy cerca del plano de aplicación de la carga, posición muy similar a la registrada en el ensayo de laboratorio:



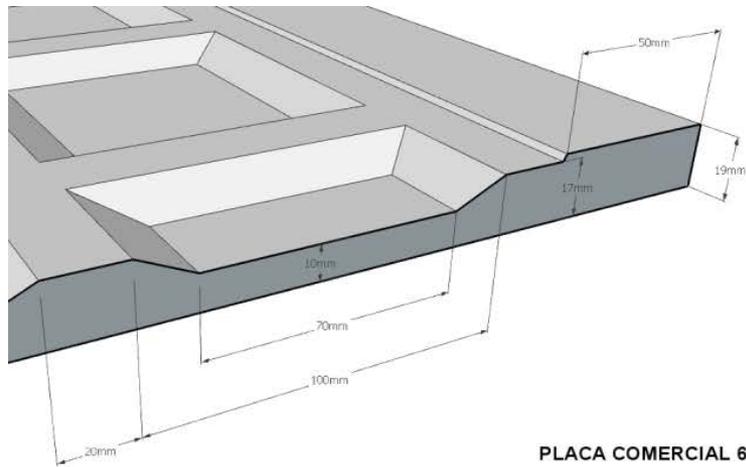
Fotografía de posición de fractura en la cara inferior

Verificación del módulo de elasticidad

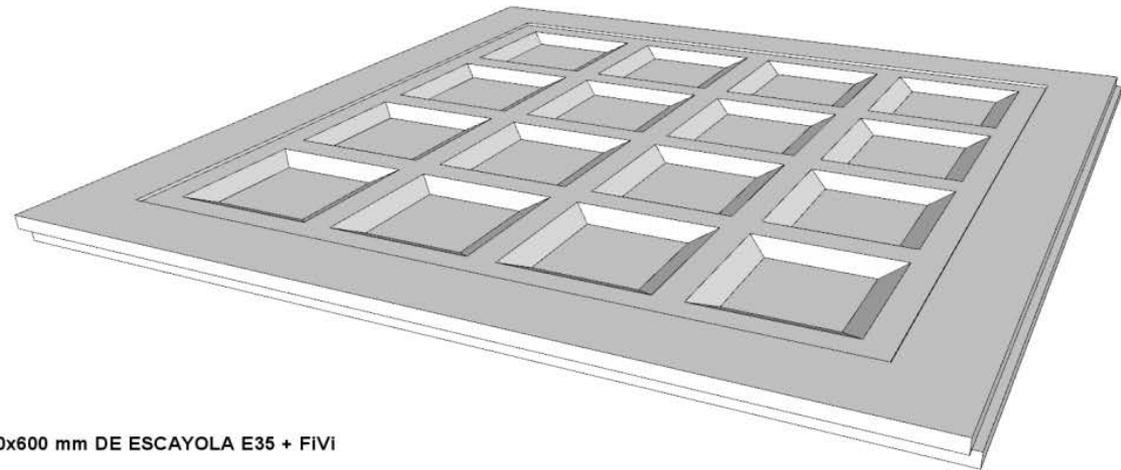
El valor de la flecha central registrada en la simulación (con la carga de rotura) es de 0.193 mm, frente a los 0.183 mm del ensayo de la probeta P 2-3, lo que supone una desviación de un 5%. Esto permite verificar la bondad de los valores del módulo E obtenidos en los ensayos de laboratorio, y su utilización en la simulación numérica

	E MPa	Coef Poisson	R_C MPa	R_T MPa
ESC + 1% FiVi	4570	0.3	7.60	7.03
YG + 2% EPS	1726	0.3	2.35	1.62*

Evaluación del comportamiento físico-mecánico de las placas mediante la comparación entre una **placa comercial de escayola E35** y la **placa sándwich propuesta**.



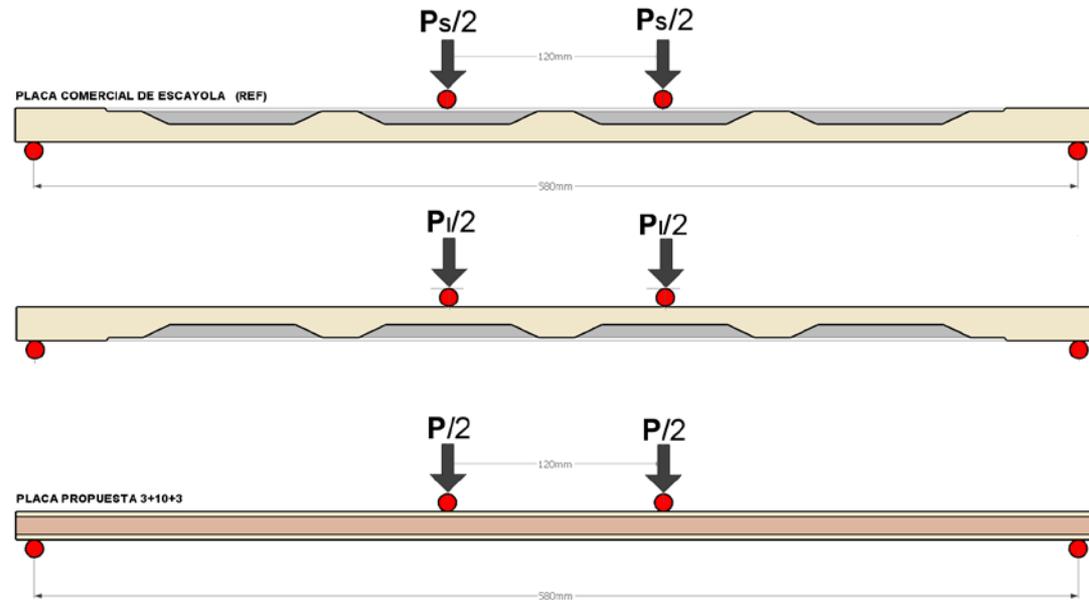
PLACA COMERCIAL 600x600 mm DE ESCAYOLA E35 + FIVi



Ensayo simulado de flexión por 4 puntos en ambas placas:

- Distancia entre apoyos = 580 mm
- Distancia entre rodillos de carga = 120 mm

Dado que la placa de escayola comercial presenta una geometría asimétrica (respecto del plano de flexión), se simulan los ensayos con la carga aplicada en la cara superior (PS) y en la inferior (PI)



Cargas de rotura de las placas simuladas:

PLACA COMERCIAL

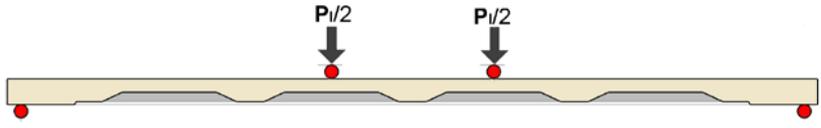
ensayo carga superior: $P_s = 900 \text{ N}$
 ensayo carga inferior: $P_i = 880 \text{ N}$

	$P_s (900 \text{ N})$			$P_i (880 \text{ N})$		
	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{max} mm	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{max} mm
Placa comercial	5.39	-7.60	3.96	7.03	-5.16	3.87
Placa propuesta	5.17	-5.53	4.13	5.06	-5.40	4.04
Incremento:	- 4.1 %	- 27.2 %	+ 4.3 %	- 28 %	+ 4.6 %	+ 4.4 %

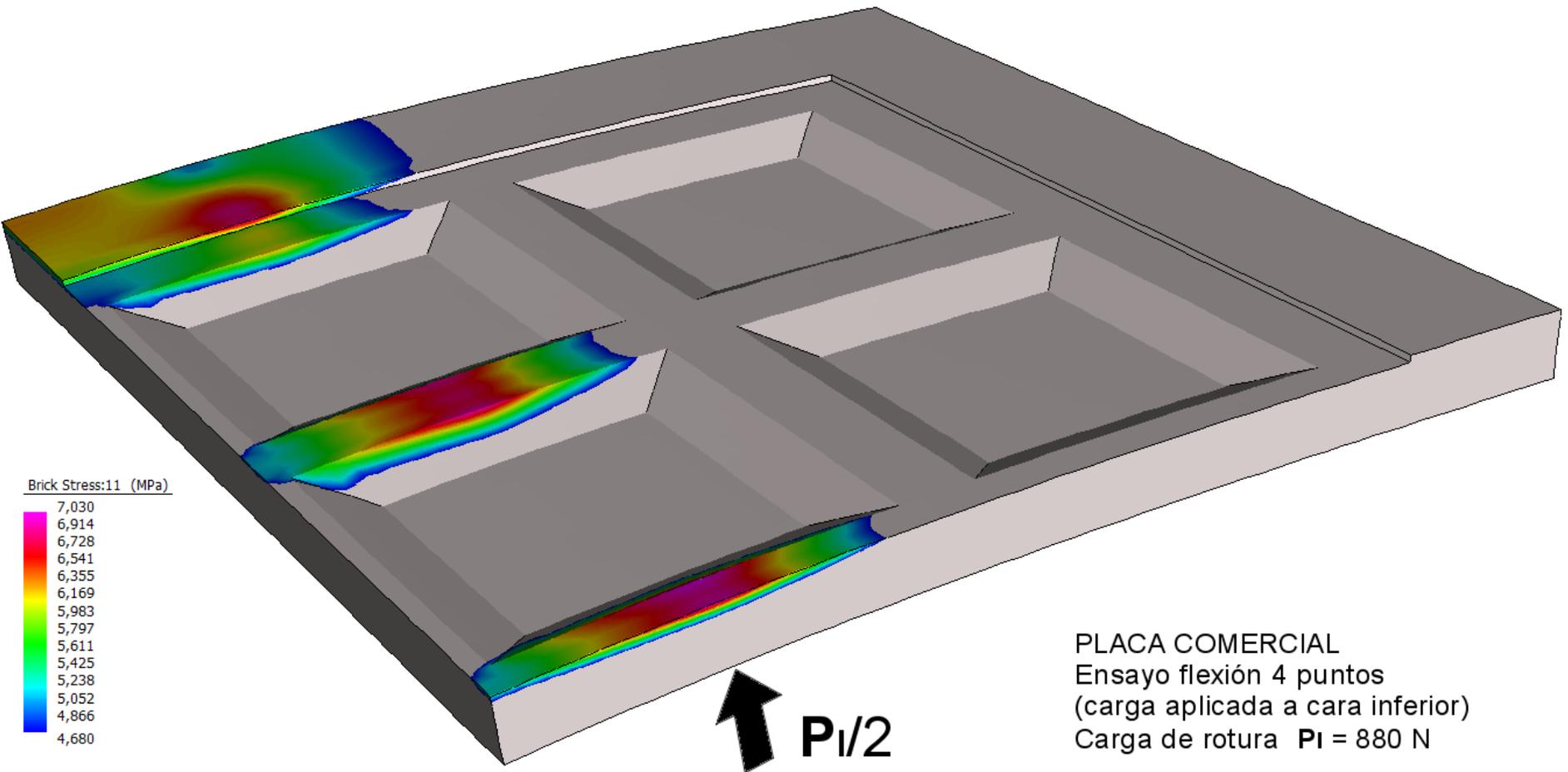
PLACA PROPUESTA 3+3+10

$P = 1232 \text{ N}$

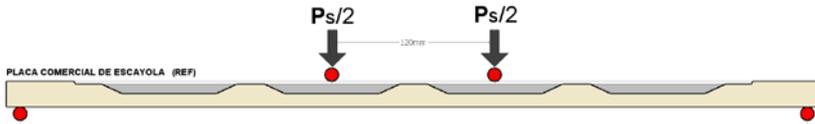
	$P = 1232 \text{ N}$	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{max} mm
Placas ESC+FiVi	7.03	-7.16	5.61	
Núcleo YG+EPS	1.62	-1.68		



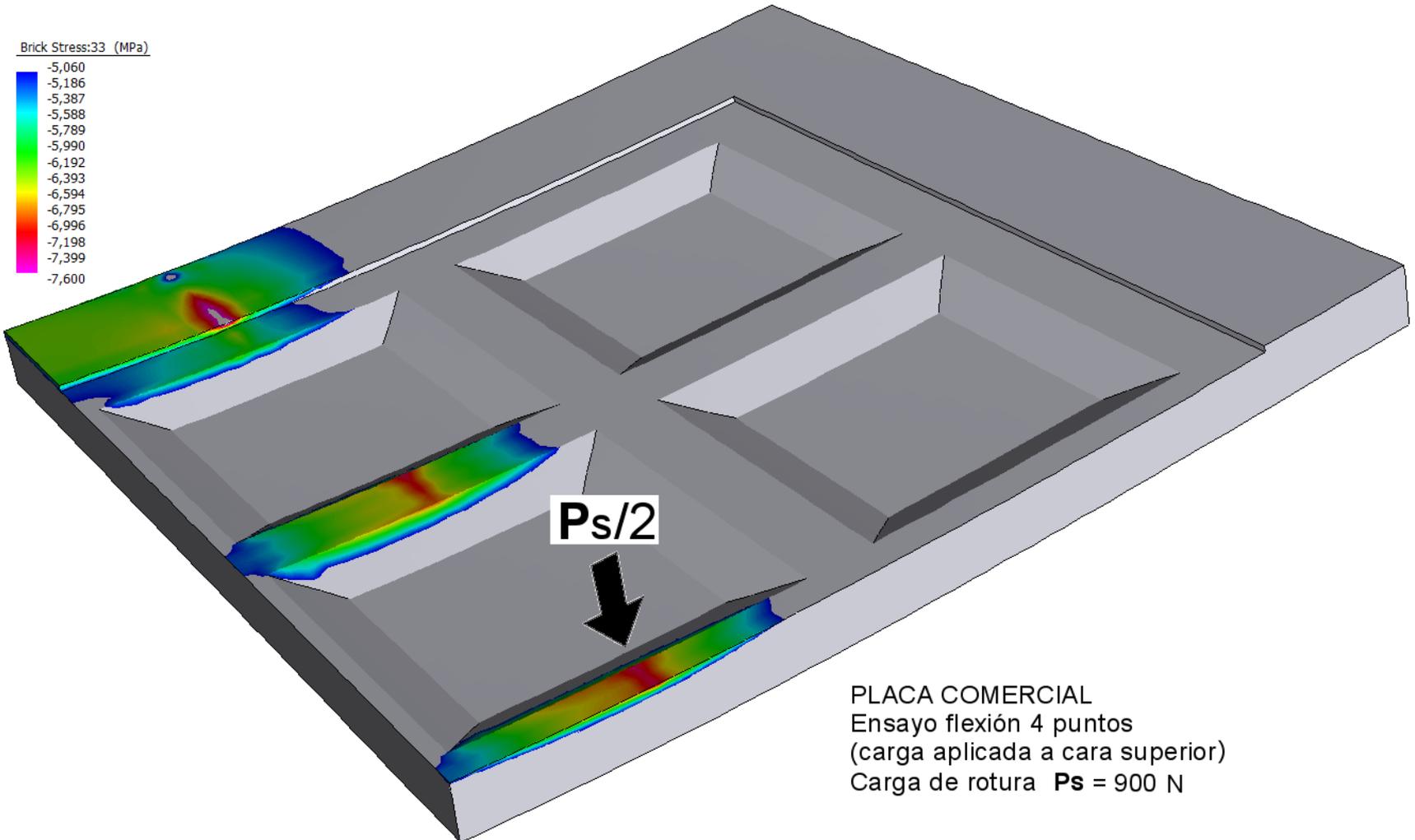
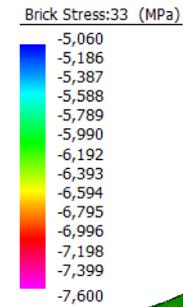
	P_s (900 N)			P_i (880 N)		
	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{max} mm	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{max} mm
Placa comercial	5.39	-7.60	3.96	7.03	-5.16	3.87
Placa propuesta	5.17	-5.53	4.13	5.06	-5.40	4.04
Incremento:	- 4.1 %	- 27.2 %	+ 4.3 %	- 28 %	+ 4.6 %	+ 4.4 %



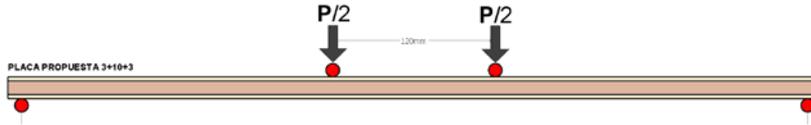
PLACA COMERCIAL
 Ensayo flexión 4 puntos
 (carga aplicada a cara inferior)
 Carga de rotura $P_i = 880$ N



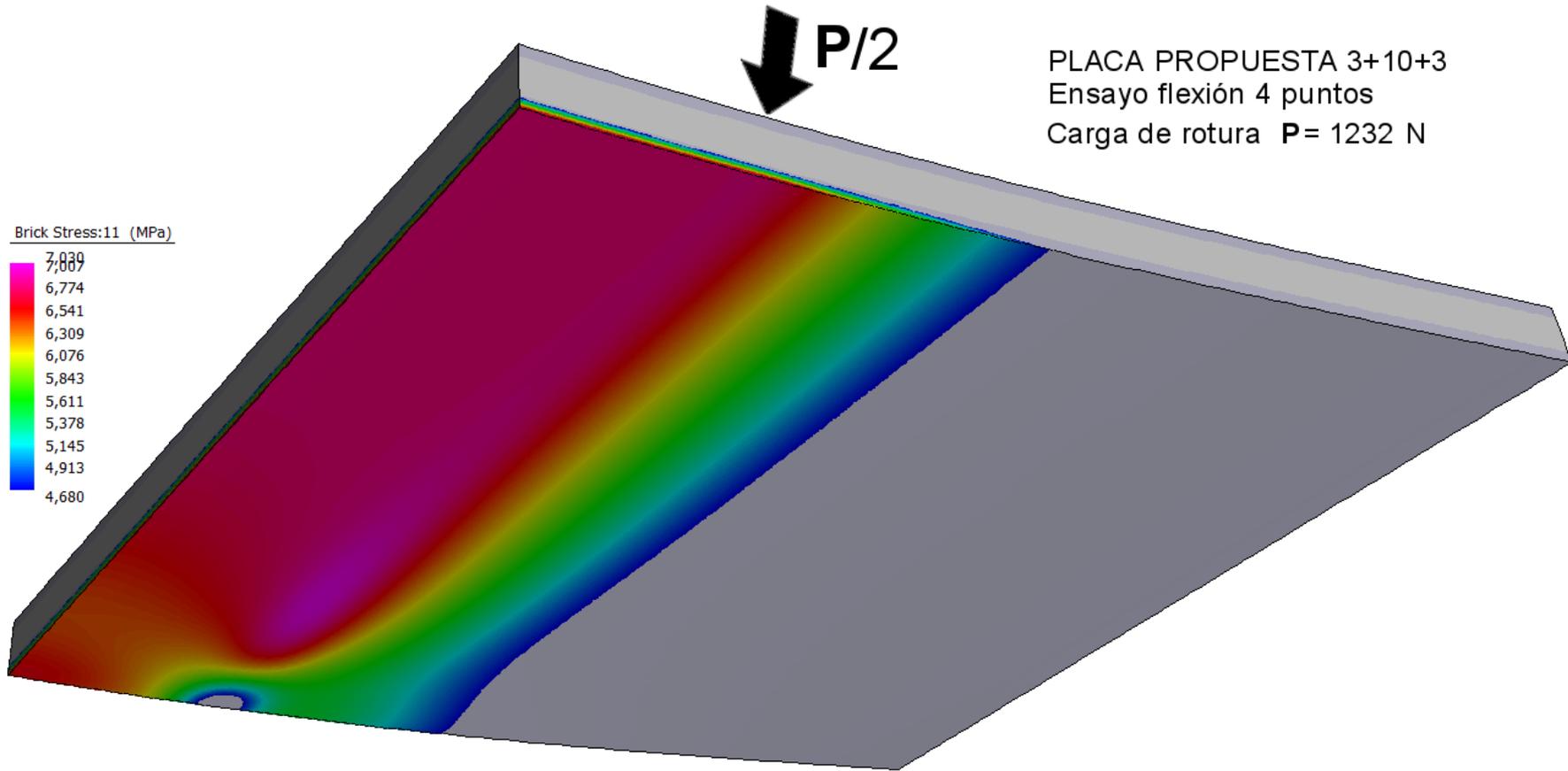
	P_s (900 N)			P_l (880 N)		
	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{max} mm	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{max} mm
Placa comercial	5.39	-7.60	3.96	7.03	-5.16	3.87
Placa propuesta	5.17	-5.55	4.13	5.06	-5.40	4.04
Incremento:	- 4.1 %	- 27.2 %	+ 4.3 %	- 28 %	+ 4.6 %	+ 4.4 %

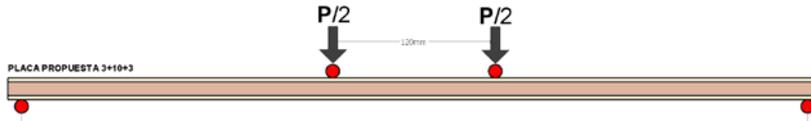


PLACA COMERCIAL
 Ensayo flexión 4 puntos
 (carga aplicada a cara superior)
 Carga de rotura $P_s = 900$ N



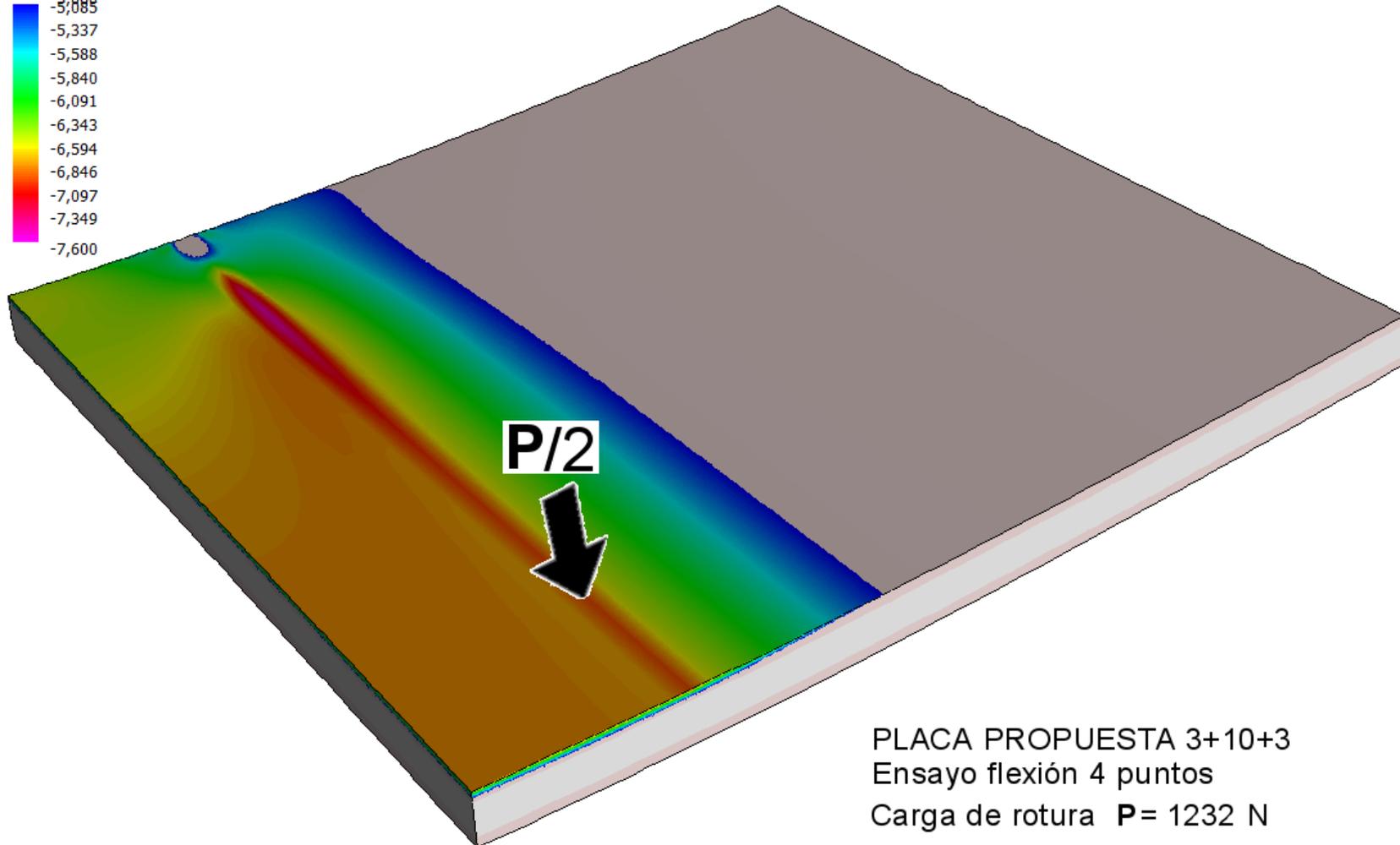
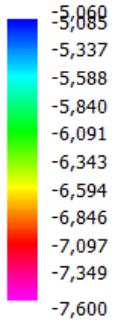
	$P = 1232 \text{ N}$	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{\max} mm
Placas ESC+FiVi		7.03	-7.16	5.61
Núcleo YG+EPS		1.62	-1.68	





P= 1232 N	σ_{11} MPa	σ_{33}^* MPa	δ_{max} mm
Placas ESC+FiVi	7.03	-7.16	5.61
Núcleo YG+EPS	1.62	-1.68	

Brick Stress:33 (MPa)



PLACA PROPUESTA 3+10+3
Ensayo flexión 4 puntos
Carga de rotura P= 1232 N

- **REDUCCIÓN DE PESO** placas formato 60x60: 16.07 % (2.44 kg/m²)
- **AHORRO MATERIA PRIMA** (ESCAYOLA) en placas de 60x60: 16.06 % (1.83 kg/m²)
- **SUMIDERO de RCD** -> Cantidad de EPS reciclado: 102.15 g/m² = 4.08 litros/m²
- **Comportamiento mecánico:** Resistencia a flexión (ensayo 4 ptos) = + 40% que placa comercial
Rigidez a flexión: es un 4.4 % menos rígida (reducción fisuración)



Placa para falso techo de escayola aligerada con residuos de EPS

¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Jaime Santa Cruz Astorqui

Mercedes del Río Merino

Paola Villoria Sáez

