

Jornada Bienvenida
doctorandos 2020
13 marzo 2020



Escuela de Doctorado
Universidad Zaragoza



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Tesis Doctoral:

Análisis del grado de rigidez de la unión pilar - zapata tipo cáliz en estructuras de hormigón armado para edificios agro- industriales por el método de los elementos finitos.

Directores:

Dr. Javier García Ramos
Dr. Hugo Malón Litago

Alumno:

Fernando Molina Clemente

ÍNDICE

- 1. UNIÓN PILAR - ZAPATA TIPO CÁLIZ.
- 2. DIFERENCIAS UNIÓN EMPOTRADA VS. ARTICULADA.
- 2. OBJETIVOS DE LA TESIS.
- 3. MODELIZACIONES PREVIA A ENSAYOS: VERIFICACIÓN.
- 4. FASE DE ENSAYOS.
 - 4.1. DISEÑO DEL ENSAYO.
 - 4.2. RESULTADOS ENSAYO.
- 5. MODELIZACIÓN ENSAYOS.
 - 5.1. MODELIZACIÓN NUMÉRICA Y MALLADO DEFINITIVO. PARÁMETROS CDP.
 - 5.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA MALLA.



Jornada Bienvenida
doctorandos 2020
13 marzo 2020



Escuela de Doctorado
Universidad Zaragoza



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Tesis Doctoral:
**Análisis del grado de rigidez de
la unión pilar - zapata tipo cáliz
en estructuras de hormigón
armado para edificios agro-
industriales por el método de los
elementos finitos.**

Directores:

Dr. Javier García Ramos
Dr. Hugo Malón Litago

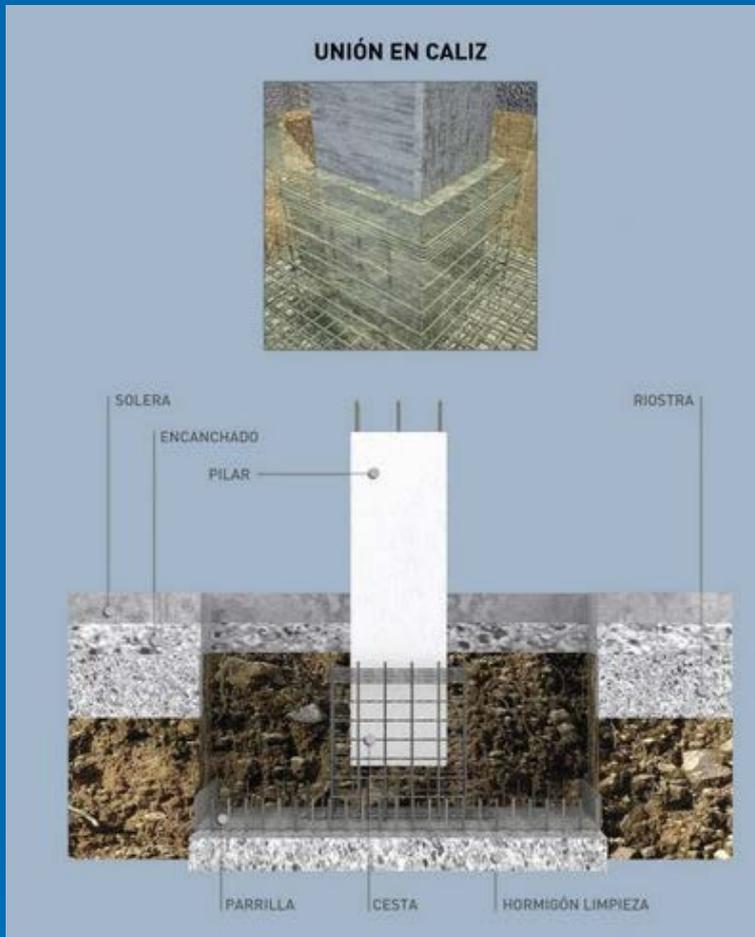
Alumno:

Fernando Molina Clemente

1. UNIÓN PILAR - ZAPATA TIPO CÁLIZ

Ejecución habitual en edificación agro-industrial.
Superficies lisas o rugosas.

Comportamiento empotrado-articulado en función de:
- prof. empotramiento
- tipo de contacto.

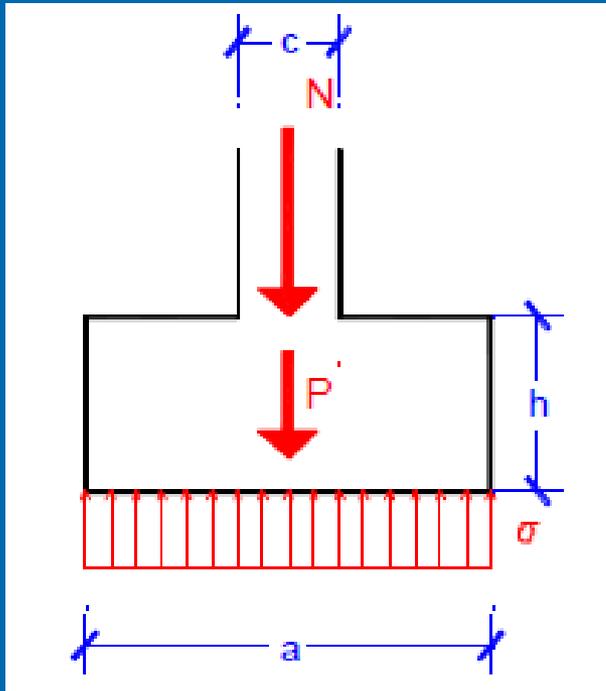


A pesar de su uso extendido:

- apenas se han realizado estudios de investigación.-
- en el cálculo se consideran siempre empotramientos.

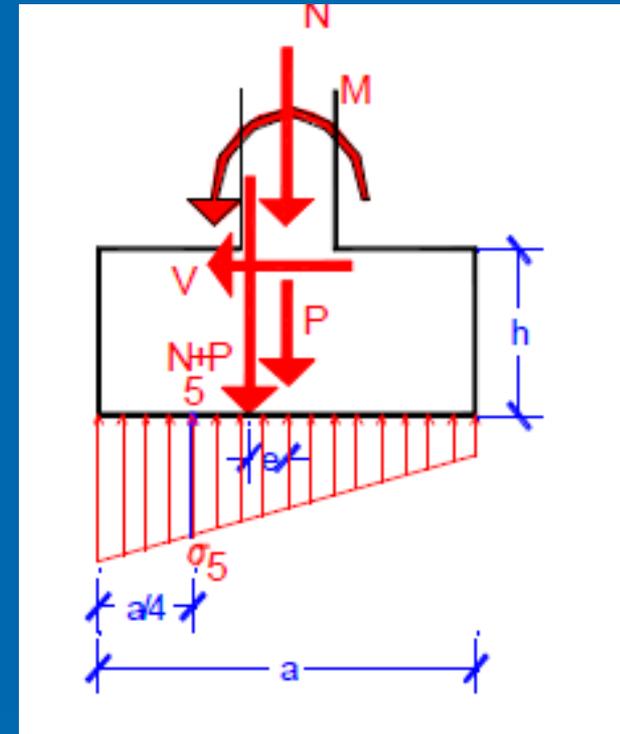
2. DIFERENCIAS UNIÓN EMPOTRADA VS. ARTICULADA.

Articulación:



- apenas transmite momentos a cimentación.
- distribución de esfuerzos rectangular.

Empotramiento:

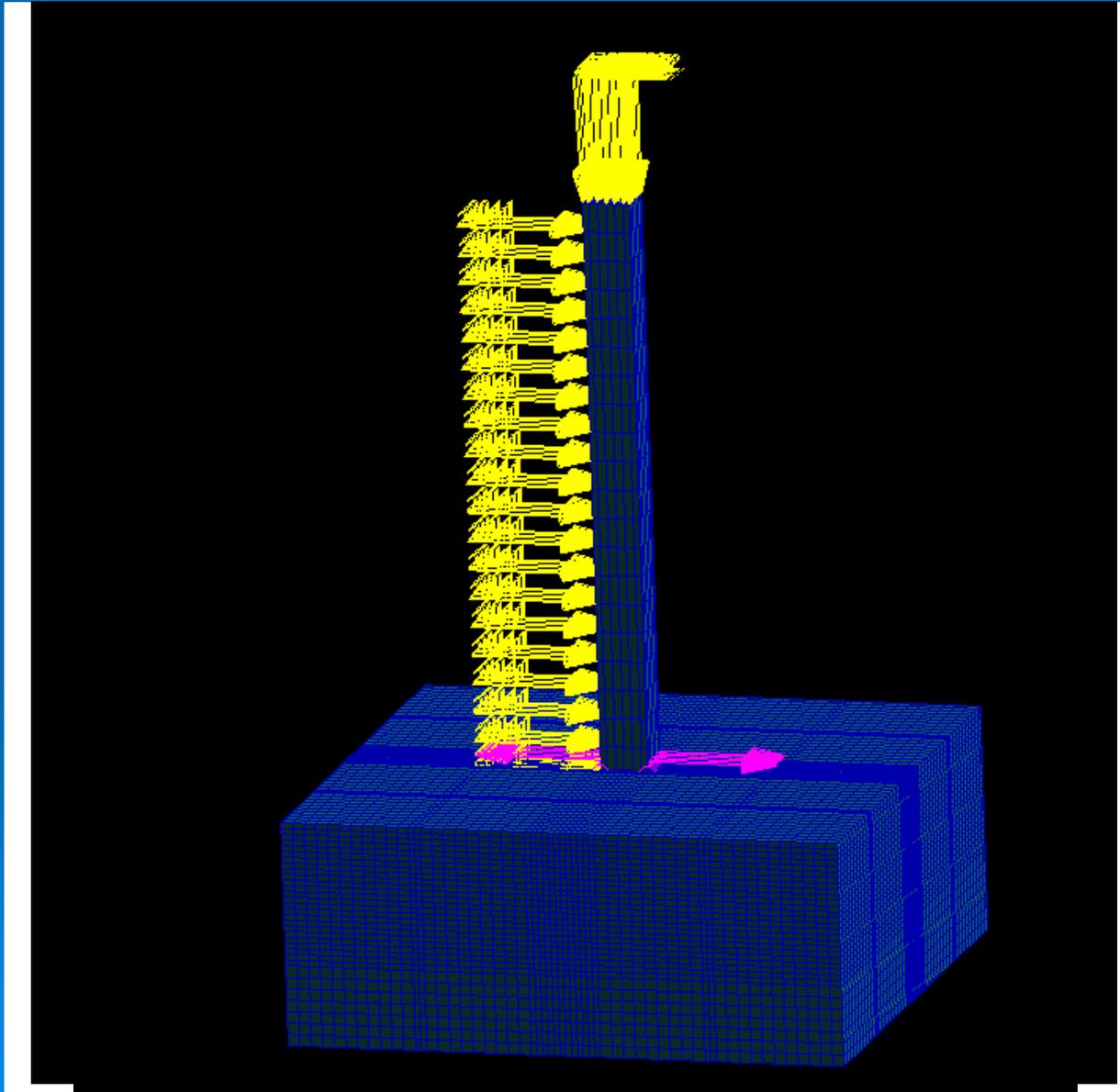


- transmite momentos a cimentación.
- distribución de esfuerzos trapezoidal.

3. OBJETIVOS

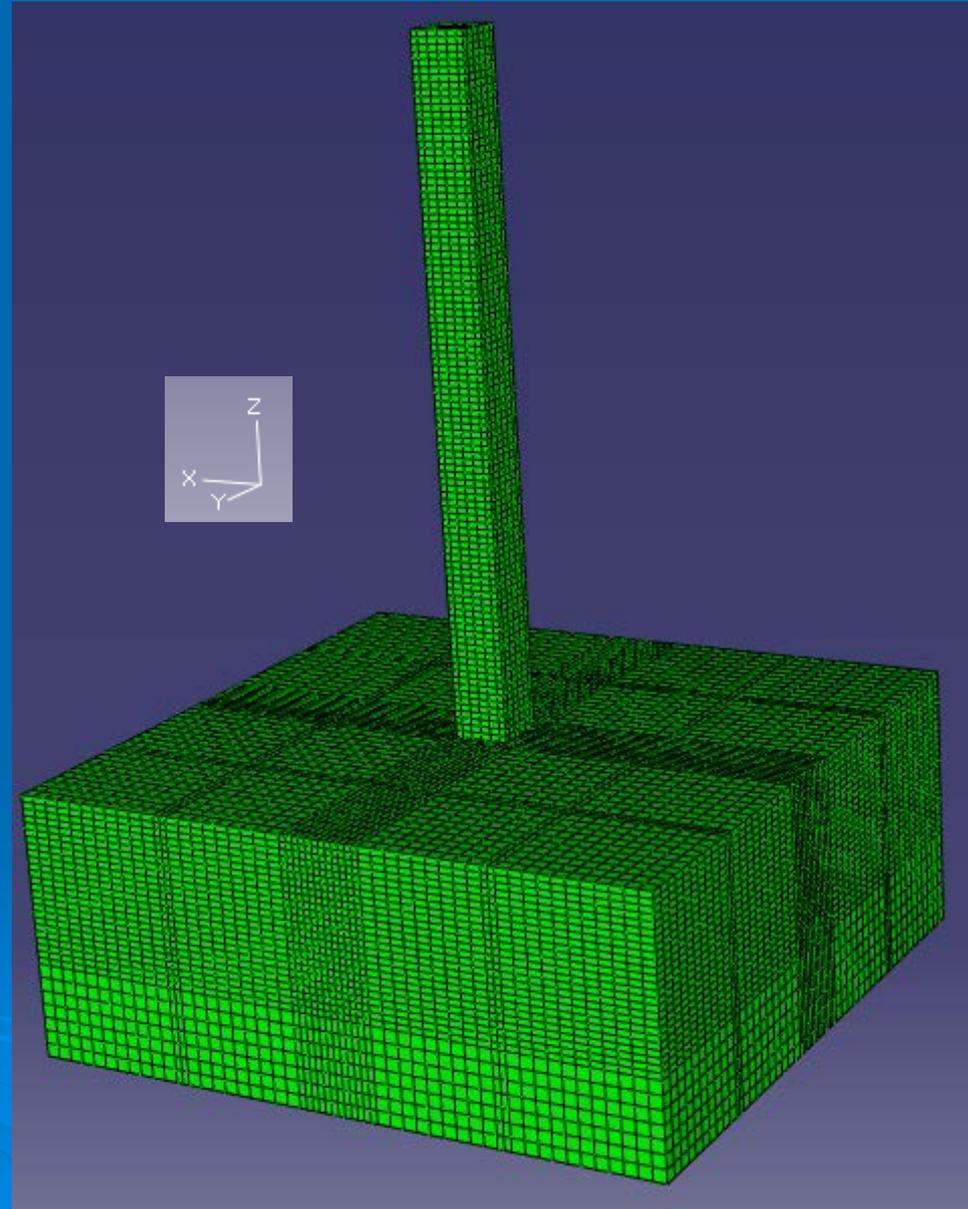
- Analizar mediante modelización numérica el grado de rigidez de la unión pilar-zapata por el sistema de cáliz de superficies lisas en hormigón prefabricado.
- Estudiar el comportamiento del modelo en elementos finitos realizado a distintas cargas y profundidades de empotramiento.
- Comprobar la validez del modelo frente a resultados experimentales existentes en bibliografía.
- Comprobación de los resultados frente a ensayos reales mediante modelización de elementos y materiales reales; ajuste de los parámetros de contacto al comportamiento real.

4. MODELIZACIONES PREVIA A ENSAYOS: VERIFICACIÓN.



4. MODELIZACIONES PREVIA A ENSAYOS: VERIFICACIÓN.

- DIMENSIONES
MODELOS PREVIOS
- PILAR:
 - $S = 400 \times 400$ mm.
 - $h = 5.000$ mm.
- ZAPATA:
 - $S = 2.500 \times 2.500$ mm.
- TERRENO:
 - $S = 4.600 \times 4.600$ mm.
- HORMIGÓN LIMPIEZA:
 - $e = 50$ mm.
- VAINA:
 - $e = 50$ mm.
- ARMADURAS:
 - $\varnothing 8-20$ mm.



4. MODELIZACIONES PREVIA A ENSAYOS: VERIFICACIÓN.

COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE RESULTADOS:

- 1) CONVERGENCIA: los modelos deben converger (obtener una solución) con resultados coherentes.
- 2) E TOTAL DEL SISTEMA ≈ 0 : en caso de incluir factor de estabilización.
- 3) SI SE INTRODUCE FACTOR DE ESTABILIZACIÓN: la energía disipada en la estabilización debe ser tal que:
$$\text{ALLSD/ALLIE} < 0,05$$
- 3) VERIFICACIÓN TENSIONES Y DEFORMACIONES MÁXIMAS EN ESTADOS LÍMITE: coherencia.
- 4) RESULTADO COHERENTE RESPECTO A MÉTODOS DE CÁLCULO ANALÍTICOS (al menos en la fase elástica).

4. FASE DE ENSAYOS.

4.1. DISEÑO DEL ENSAYO.

Unión tipo cáliz de paredes lisas:

- 4 modelos a distinta profundidad (Lemb).
- 6 estados de carga y descarga progresivos.
- 3 repeticiones por estado de carga.

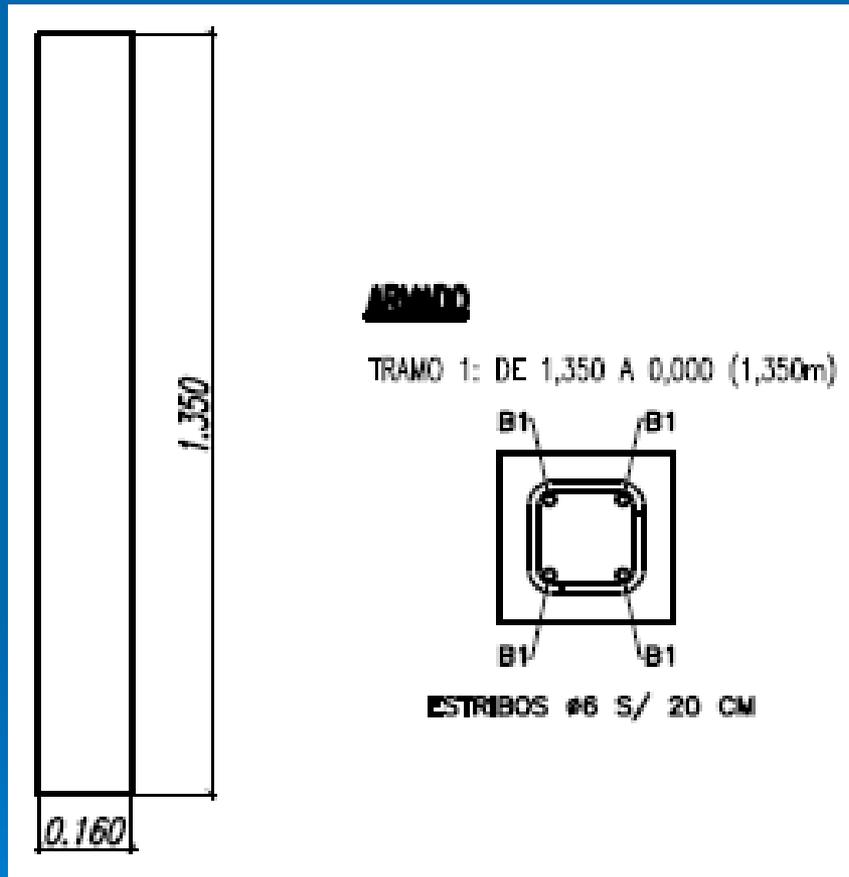
MODELO	Lemb (mm)	h total pilar (mm)
PL01	100	1200
PL02	150	1250
PL03	200	1300
PL04	250	1350

ESTADOS CARGA (TEÓRICO)	Q (N)
Q1	50
Q2	100
Q3	150
Q4	200
Q5	250
Q6	300

4. FASE DE ENSAYOS.

4.1. DISEÑO DEL ENSAYO.

PILAR



HORMIGÓN	HA 45/B/12/10
Resistencia proyecto f_{ck} :	45 N/mm ²
Resistencia izado $0.5f_{ck}$:	22,5 N/mm ²
ARMADURA PASIVA	B-500 SD
RECUBRIMIENTO	2.5 cm

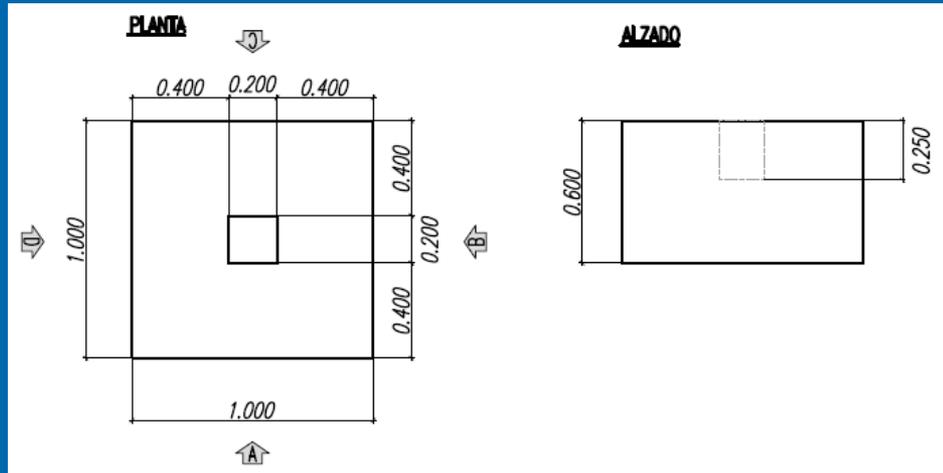
REF	UDS	Ø	LONG	COTAS (cm)	PESO
B1	4	10	1,30		0,80
ARMADO LONGITUDINAL					

REF	UDS	Ø	LONG	COTAS (cm)	PESO
O1	8	6	0,56		0,12
ARMADO TRANSVERSAL					

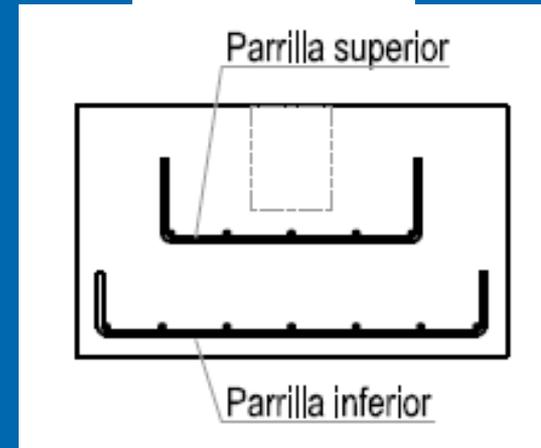
4. FASE DE ENSAYOS.

4.1. DISEÑO DEL ENSAYO.

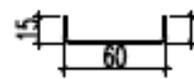
ZAPATA

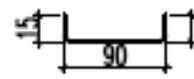


A: 7 ϕ 12s15 (15P+90+15P)
 B: 7 ϕ 12s15 (15P+90+15P)



A: 5 ϕ 12s15 (15P+60+15P)
 B: 5 ϕ 12s15 (15P+60+15P)

REF	UDS	ϕ	LONG	COTAS (cm)	PESO
U2	10	12	0,90		0,80
PARRILLA SUPERIOR					

REF	UDS	ϕ	LONG	COTAS (cm)	PESO
U1	14	12	1,20		1,07
PARRILLA INFERIOR					

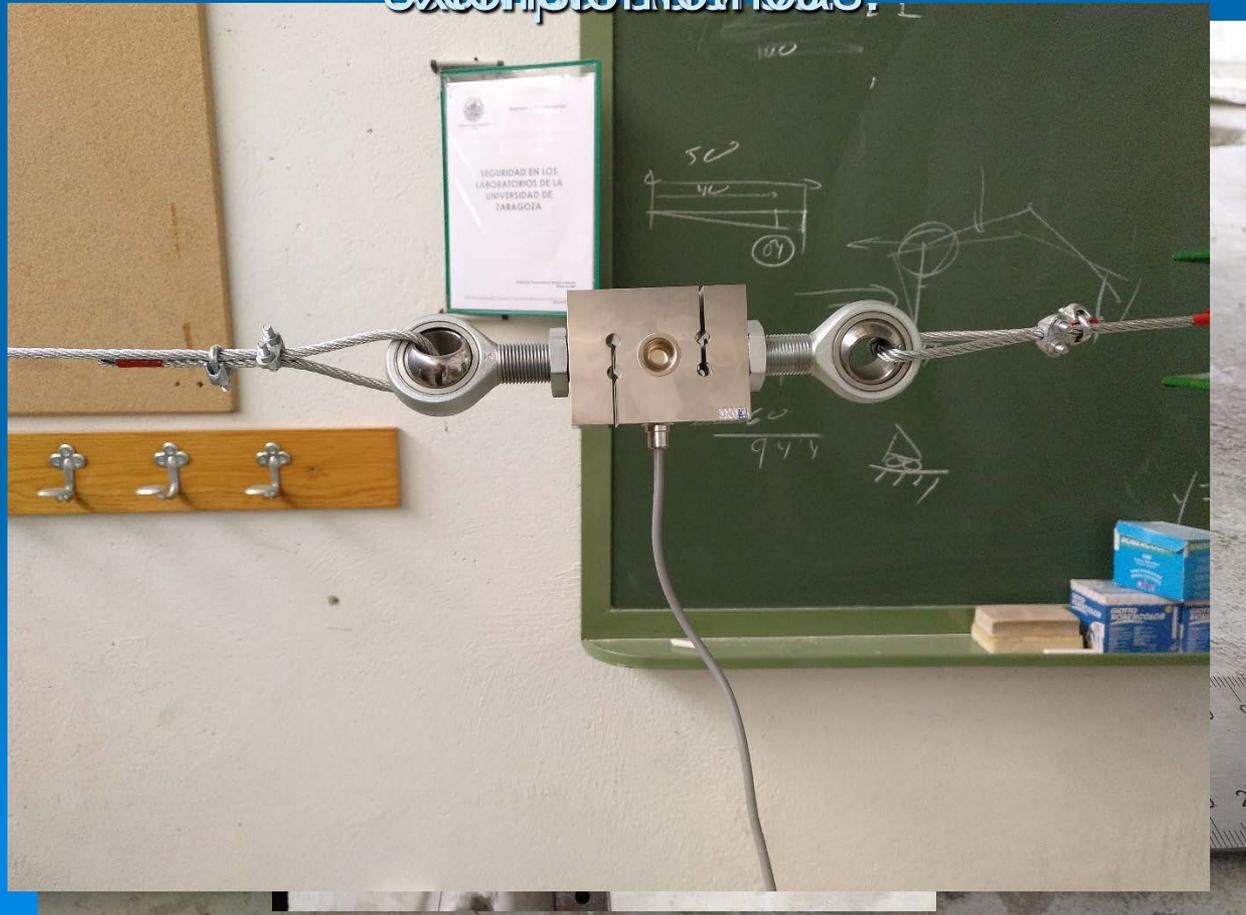
HORMIGÓN	HA 25/F/12/10a
Resistencia proyecto f_{ck}	25 N/mm ²
Resistencia izado $0.5 \cdot f_{ck}$	12,5 N/mm ²
ARMADURA PASIVA	B-500 SD
RECUBRIMIENTO	5 cm

4. FASE DE ENSAYOS.

4.1. DISEÑO DEL ENSAYO.

Registro de resultados:

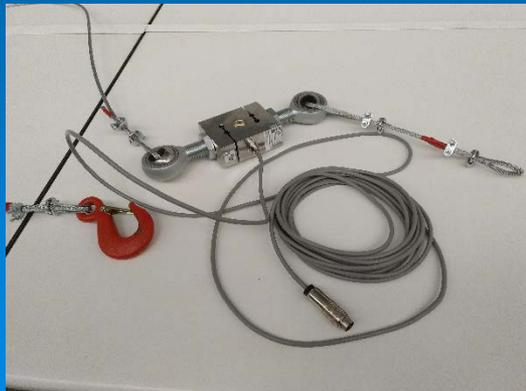
13)) deformaciones en
el cable a cargas
extensiométricas.



4. FASE DE ENSAYOS.

4.1. DISEÑO DEL ENSAYO.

Vista general del ensayo:



4. FASE DE ENSAYOS.

4.1. DISEÑO DEL ENSAYO.

CARGAS REALES APLICADAS.

PILAR	Lemb (mm)	CICLO	Q (N) MEDIA	PILAR	Lemb (mm)	CICLO	Q (N) MEDIA
PL01	100	1	421,0000	PL03	200	1	430,6667
PL01	100	2	893,6667	PL03	200	2	925,6667
PL01	100	3	1388,3333	PL03	200	3	1425,3333
PL01	100	4	1712,0000	PL03	200	4	1855,6667
PL01	100	5	2309,3333	PL03	200	5	2346,0000
PL01	100	6	2756,0000	PL03	200	6	2790,3333
PL02	150	1	427,3333	PL04	250	1	418,0000
PL02	150	2	927,0000	PL04	250	2	911,0000
PL02	150	3	1418,6667	PL04	250	3	1378,3333
PL02	150	4	1851,3333	PL04	250	4	1876,3333
PL02	150	5	2312,6667	PL04	250	5	2302,3333
PL02	150	6	2771,0000	PL04	250	6	2756,6667

4. FASE DE ENSAYOS.

4.2. RESULTADOS DEL ENSAYO.

DESPLAZAMIENTOS EN CABEZA DE PILAR.

PILAR	Lemb (mm)	CICLO	Q (N)	U1 (mm)
PL01	100	0	0	0
PL01	100	1	418	0,1600
PL01	100	2	894	0,4200
PL01	100	3	1375	0,6400
PL01	100	4	1663	0,7800
PL01	100	5	2315	1,1400
PL01	100	6	2756	1,7000
PL02	150	0	0	0
PL02	150	1	426	0,1200
PL02	150	2	928	0,2600
PL02	150	3	1416	0,4300
PL02	150	4	1858	0,5800
PL02	150	5	2315	0,7300
PL02	150	6	2776	0,9100

PILAR	Lemb (mm)	CICLO	Q (N)	U1 (mm)
PL03	200	0	0	0
PL03	200	1	432	0,1200
PL03	200	2	927	0,2700
PL03	200	3	1426	0,4500
PL03	200	4	1863	0,5800
PL03	200	5	2363	0,8000
PL03	200	6	2798	2,3600
PL04	250	0	0	0
PL04	250	1	421	0,1600
PL04	250	2	911	0,2800
PL04	250	3	1346	0,4400
PL04	250	4	1865	1,4800
PL04	250	5	2308	1,9100
PL04	250	6	2758	2,1000

5. MODELIZACIÓN ENSAYOS. MALLADO DEFINITIVO.

Modelo general.

Detalle del armado. Gravedad, carga y condiciones de contorno

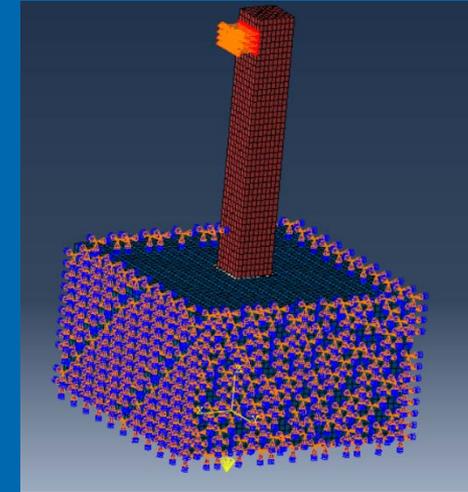
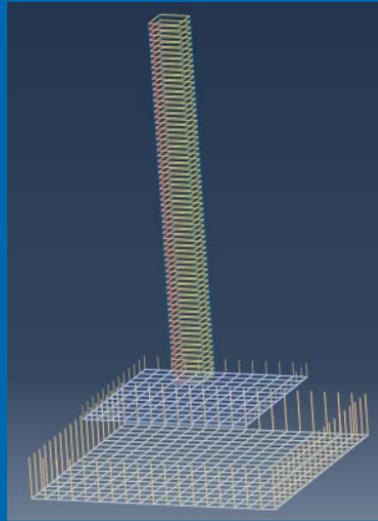
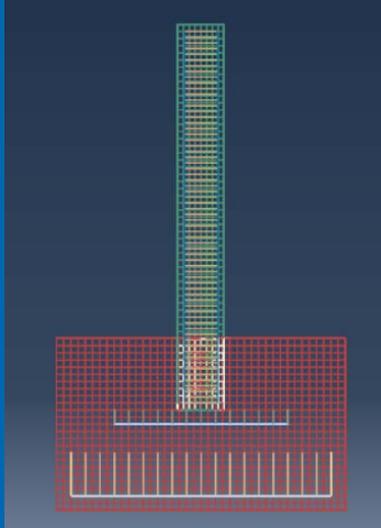
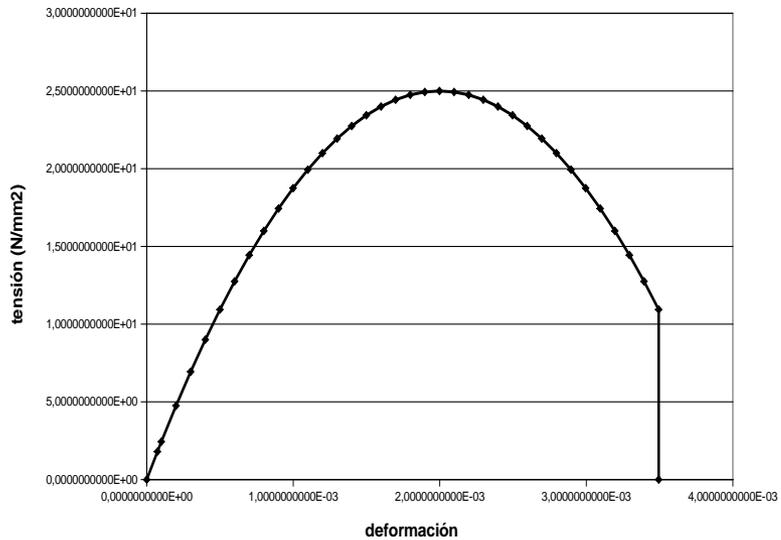
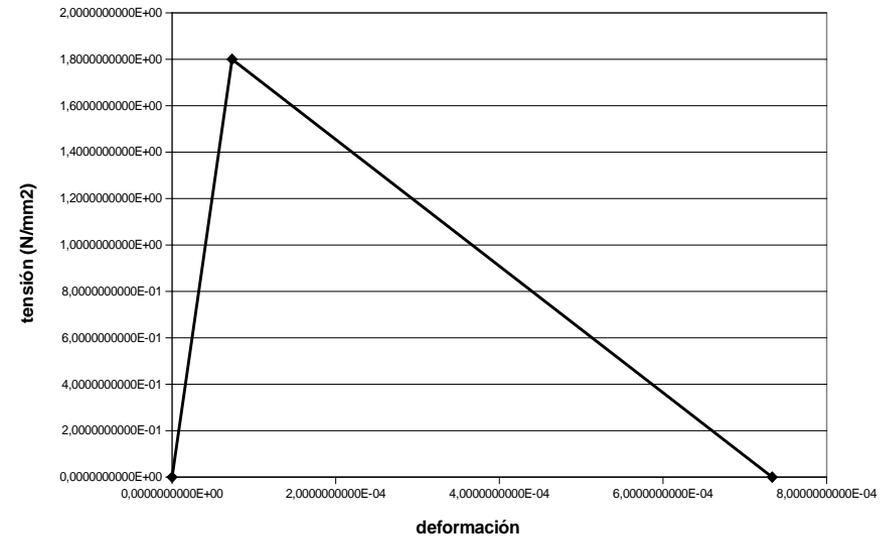


diagrama tensión-deformación H25 a compresión uniaxial (Hognestad)



ra

diagrama tensión-deformación H25 a tracción uniaxial (esquema bilineal)



5. MODELIZACIÓN ENSAYOS.

PARÁMETROS MODELO CDP (concrete damage plasticity)

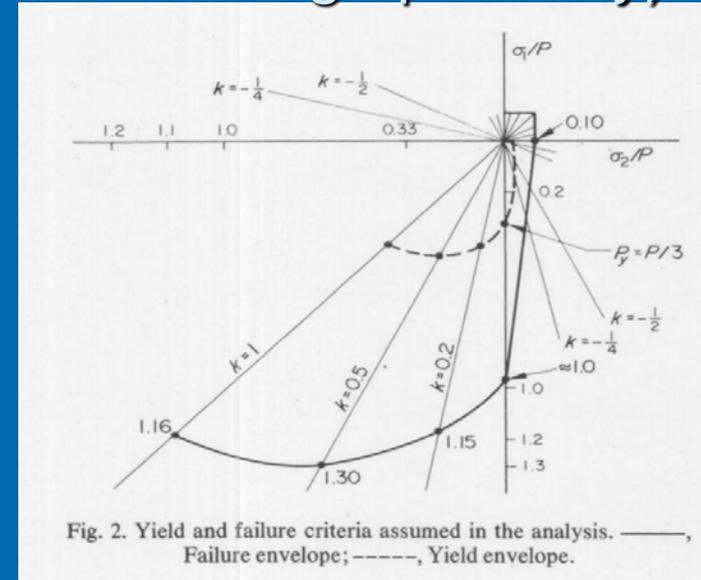
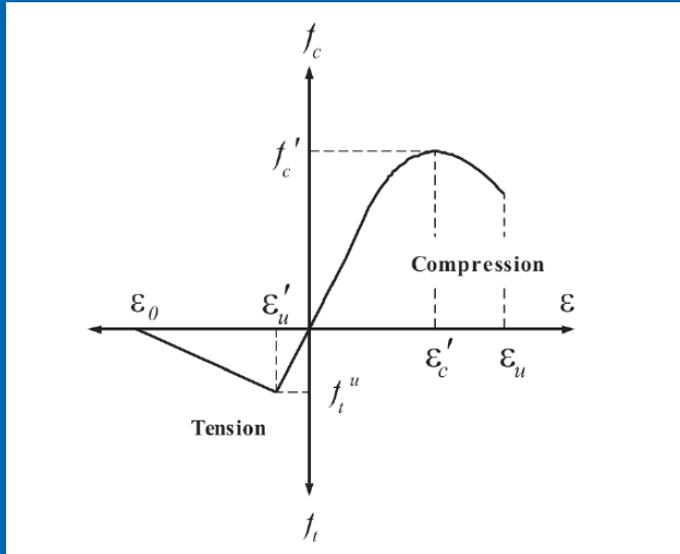
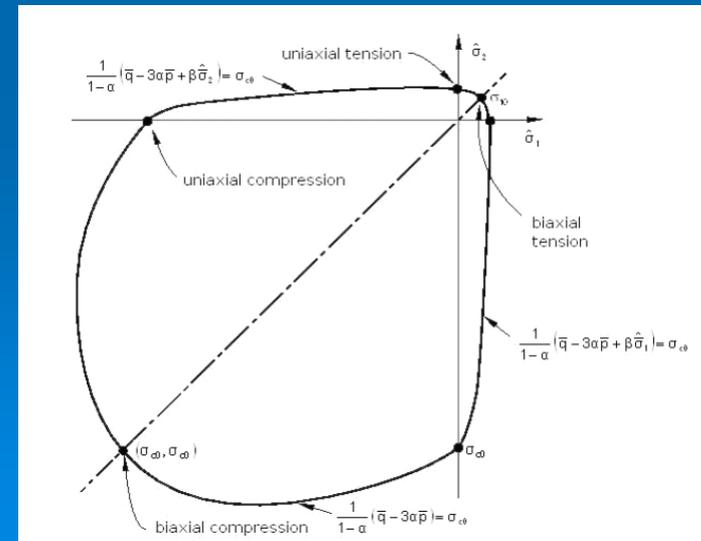


Fig. 2. Yield and failure criteria assumed in the analysis. —, Failure envelope; ----, Yield envelope.

hormigón	H25	H45
Módulo de young	0,2	0,2
E	22500	44000
Ángulo de dilatación	31	31
excentricidad	0,1	0,1
fb0/fbc	1,06	1,06
K	2/3	2/3



5. MODELIZACIÓN ENSAYOS.

5.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA MALLA.

Problema: los resultados obtenidos por modelos en elementos finitos son sensibles al tamaño de los elementos de la malla.

Solución: realizar una análisis de tamaño de malla en nuestro modelo concreto, disminuyendo progresivamente el tamaño de malla, manteniendo la relación dimensional entre los elementos.

Resultado: se escogerá aquella malla que presente variaciones de los resultado inferiores al 1% con respecto al tamaño de malla anterior.

MALLA	Tamaño elementos		flecha (mm)	Δ (%)
	PILAR	ZAPATA		
40	40X40X50	50X50x50	0,08839	--
20	20X20X25	25X25x25	0,09025	2,10
16	16X16X20	20X20x20	0,09078	0,58
10	10X10X12,5	12,5X12,5x12,5	0,09056	0,24

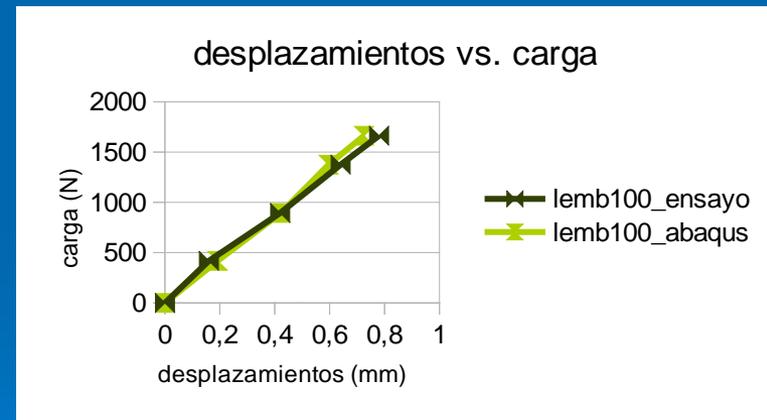
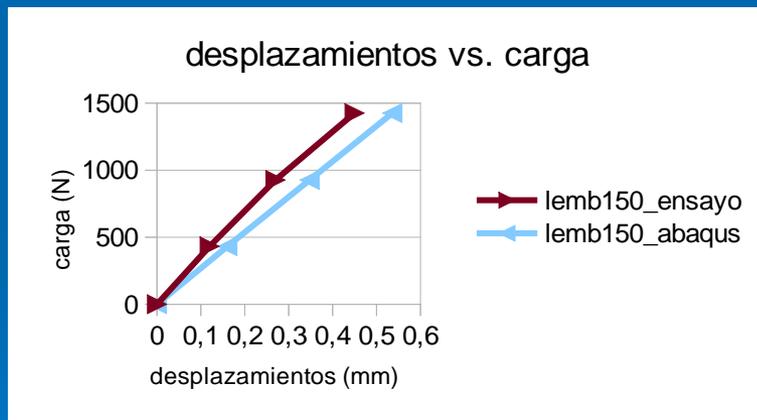
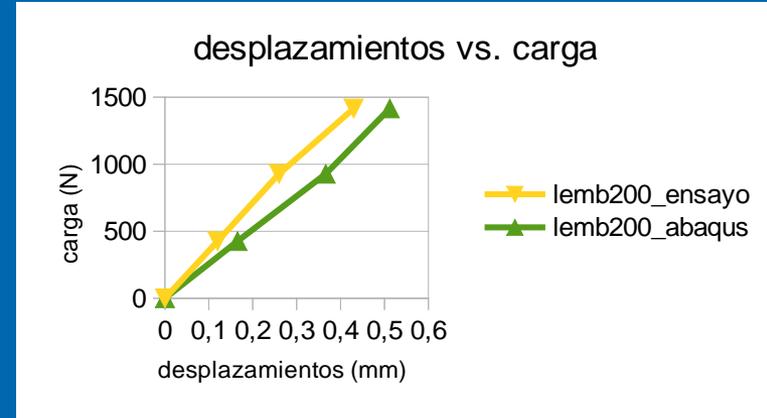
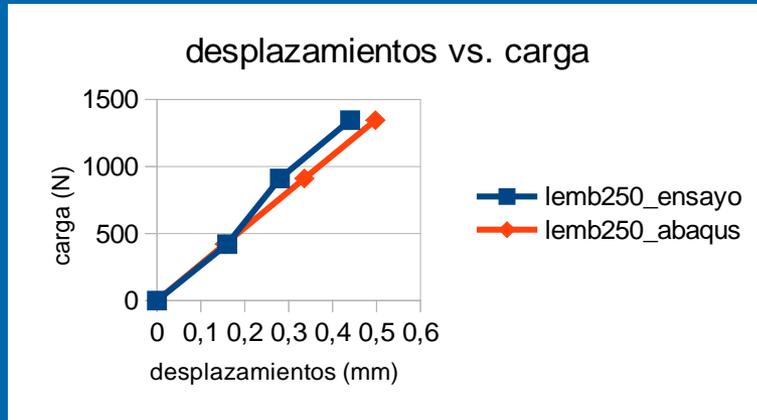
6. MODELOS VS. ENSAYO REAL.

6.1. DESPLAZAMIENTOS (fase elástica).

PILAR	Lemb (mm)	CICLO	Q (N)	U1 ENSAYO (mm)	U1 MODELO (mm)	A CONTACTO (mm ²)
PL01	100	1	418	0,1600	0,1919	23950
PL01	100	2	894	0,4200	0,4219	24950
PL01	100	3	1375	0,6400	0,5962	24450
PL01	100	4	1663	0,7800	0,7252	24200
PL02	150	1	426	0,1200	0,1654	39950
PL02	150	2	928	0,2600	0,3664	40950
PL02	150	3	1416,	0,4300	0,5122	37950
PL03	200	1	432	0,1200	0,1606	49450
PL03	200	2	927	0,2700	0,3477	51450
PL03	200	3	1426	0,4500	0,5361	46750
PL04	250	1	421	0,1600	0,1545	73000
PL04	250	2	911	0,2800	0,3357	60750

6. MODELOS VS. ENSAYO REAL.

6.1. DESPLAZAMIENTOS (fase elástica).

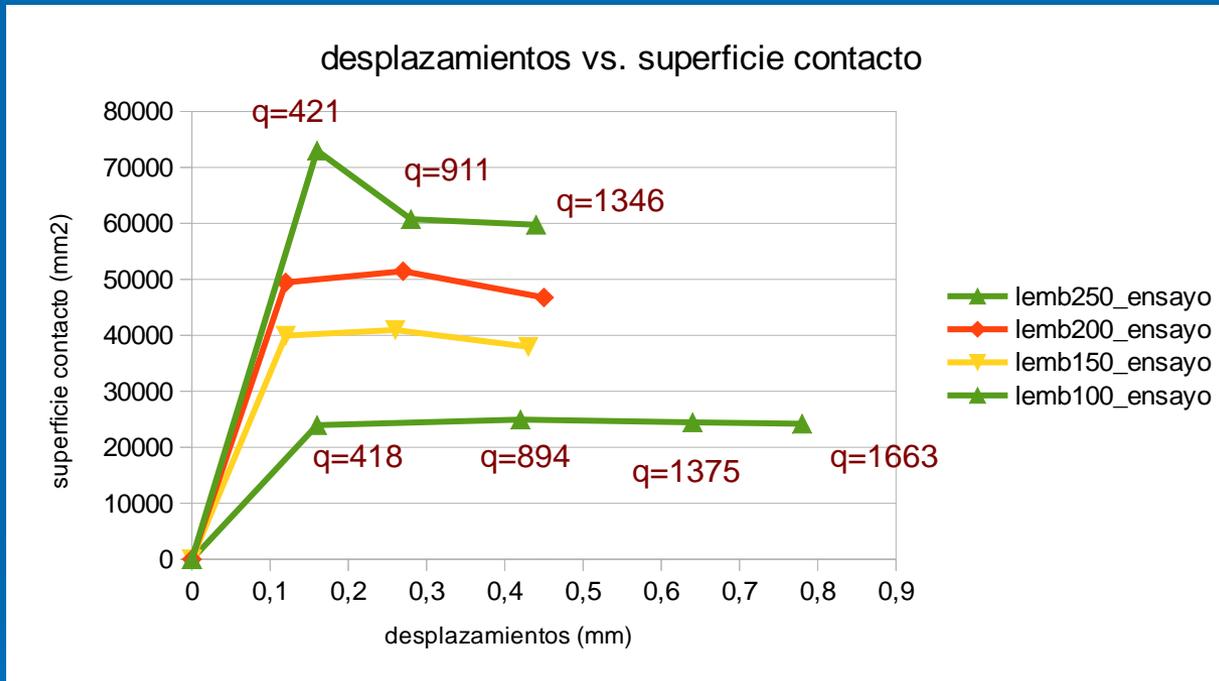


Los resultados obtenidos reflejan que los modelos siguen la misma tendencia que los ensayos reales.

La precisión, sin embargo, aún está en fase de mejora.

6. MODELOS VS. ENSAYO REAL.

6.2. CONTACTOS. ÁREAS MODELO VS DESPLAZAMIENTOS ENSAYO (fase elástica)



Cuanto mayor es la profundidad de empotramiento (lomb):

- mayor es la superficie de contacto en la unión.
- los desplazamientos bajo la misma carga apenas varían hasta lomb=100 mm.
 - en lomb=100 mm. se produce la pérdida de rigidez de la unión.
- de lomb=250 mm a lomb=150 mm se mantiene la rigidez de la unión a pesar de la disminución de las superficies en contacto.

7. FASE ACTUAL MODELIZACIÓN.

- 1) AJUSTE DE LA CURVA DE DEFORMACIÓN DEL HORMIGÓN CON DATOS REALES DEL HORMIGÓN ENSAYADO
- 2) CONVERGENCIA DE ALGUNOS DE LOS MODELOS QUE PRESENTAN PROBLEMAS PARA TERMINAR EL CÁLCULO
- 3) INTRODUCCIÓN DE PARÁMETROS DE DAÑO A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN
- 4) MODELIZACIÓN DEL CICLO DE CARGAS Y DESCARGAS COMPLETO PARA CADA PILAR

Pulse para añadir texto