



ENSAYO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA ENCADENADA

PROYECTO PID 646

*Agencia Nacional de Promoción Científica
y tecnológica*

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTISISMICAS
"ING. ALDO BRUSCHI"
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

Ensayos estáticos a escala real de muros de mampostería (encadenada) con variación de:

- * Tipo y calidad del mampuesto.*
- * Cuantía de la armadura de encadenados*
- * Variación de la resistencia de morteros.*
- * Colocación de armadura de corte (horizontal).*
- * Cuantía de armadura de confinamiento*

Ensayos de componentes de la mampostería

* Ensayo de Mampuestos.



* Ensayo de Morteros.



Determinación de propiedades mecánicas de la mampostería:

* Pilas a compresión.



* Muretes a compresión diagonal.



ENSAYOS:

* Ensayos de compresión en ladrillones:

Resistencia Media: 83,67 kg/cm² - (≥ 75 kg/cm²)

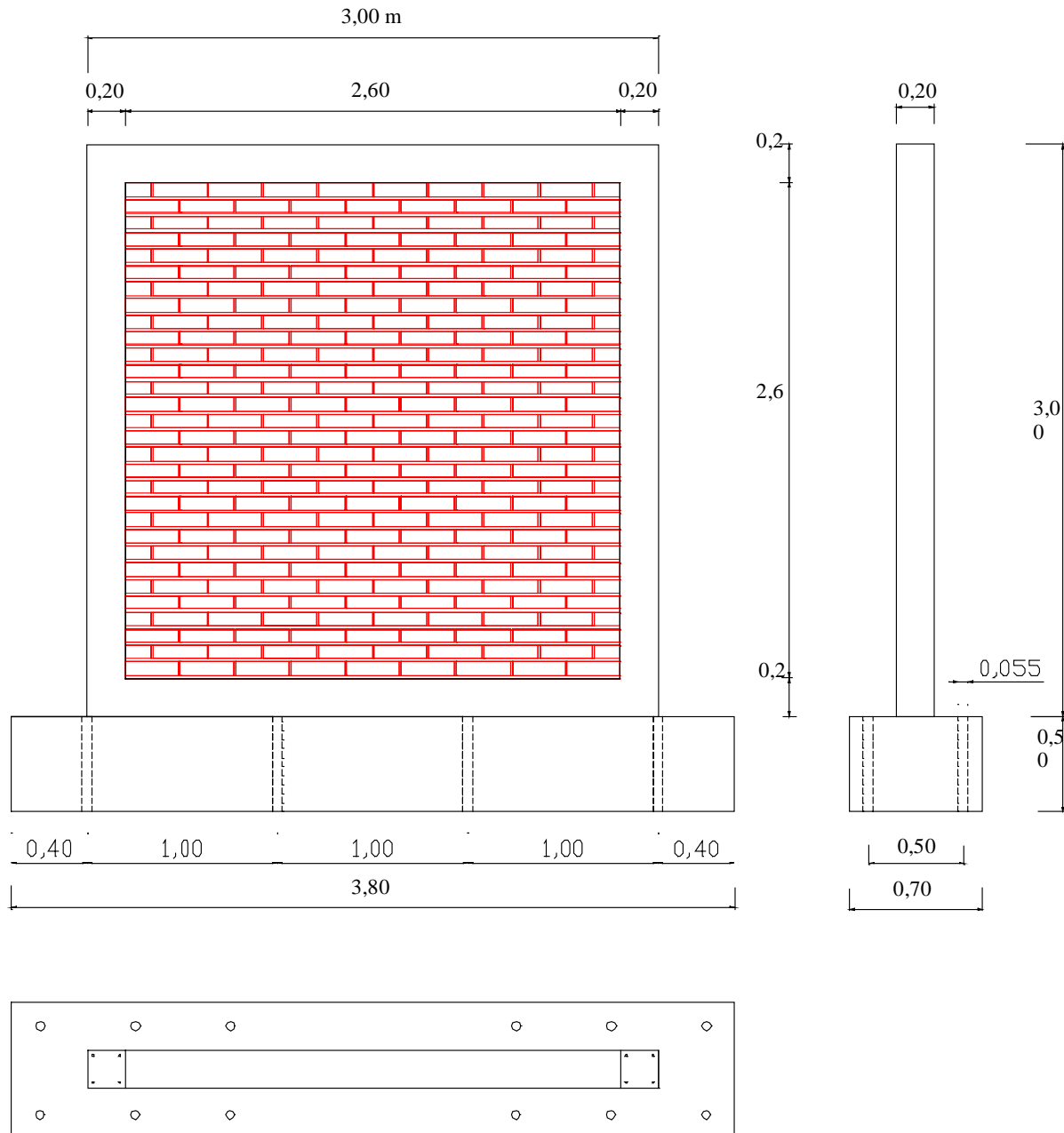
Resistencia Característica: 46,02 k/cm² - (45 kg/cm²)

* Ensayos de Pilas y Muretes (ladrillón) :

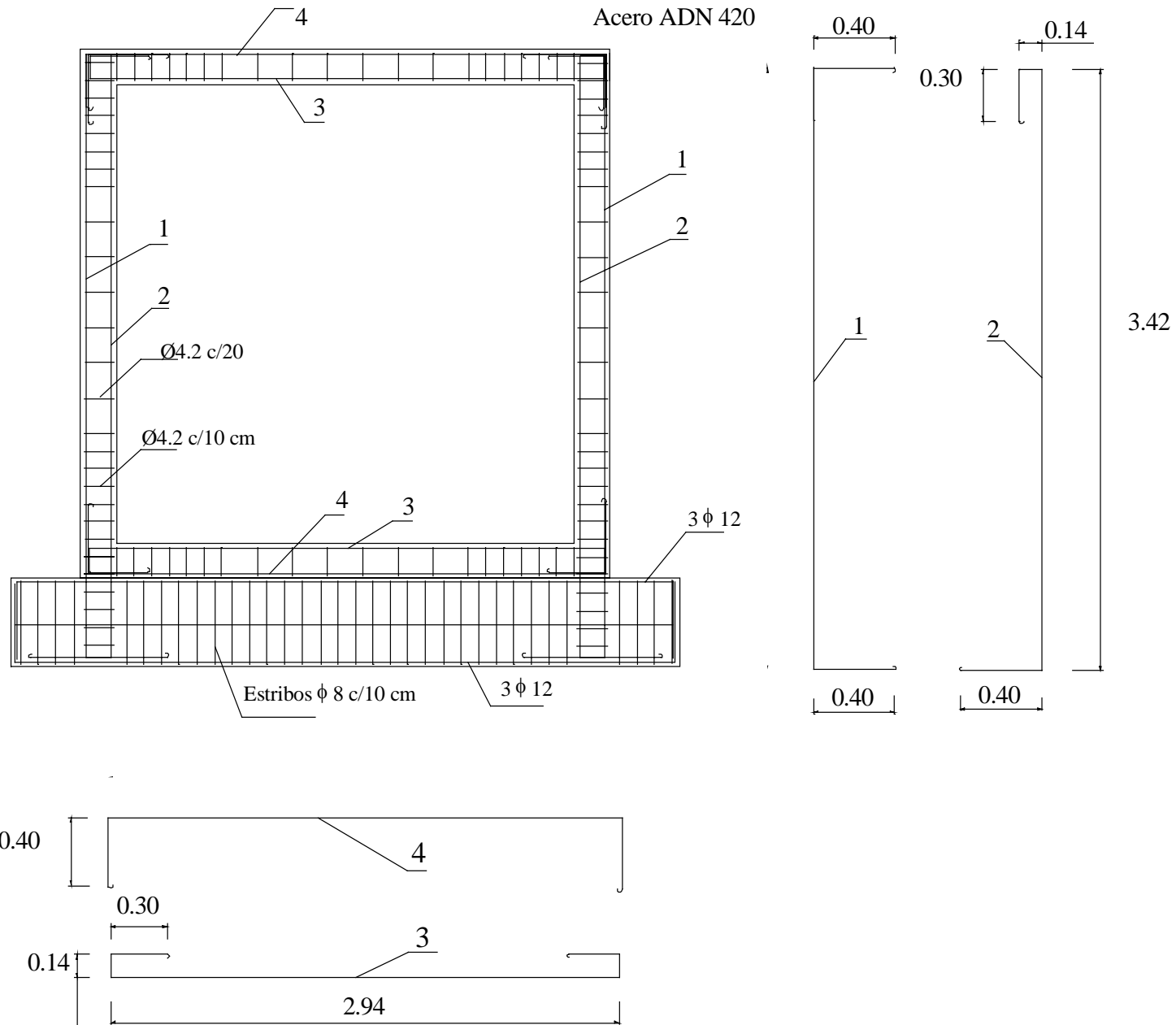
Mortero	σ_m [kg/cm ²]	σ_c [kg/cm ²]	τ_m [k/cm ²]
Resistencia Normal (1: 1:5)	41.9	28.1 [15]	2.17
Resistencia intermedia (1:1/2:4)	50.9	30.59 [20]	2.8
Resistencia elevada (1 : 0 :3)	89.5	62.5 [25]	3.23

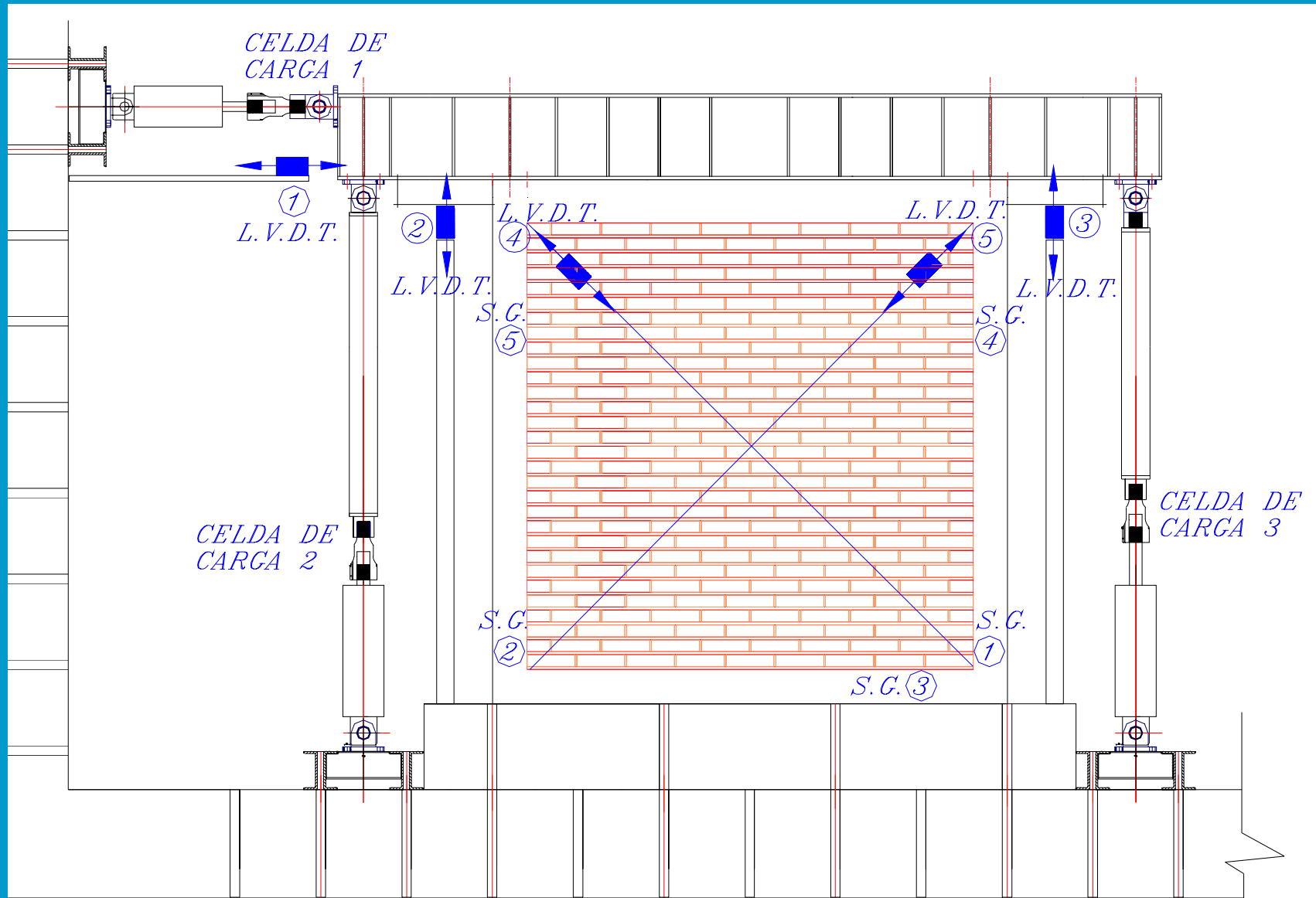
$E_m = 16000 \text{ kg/ cm}^2$

Dimensiones de los modelos.



Armadura y detalle de los muros 1 y 2.





L.V.D.T. = Sensores de desplazamiento S.G. = Bandas Extensométricas

ESQUEMA DE INSTRUMENTACION

*Desplazamiento
Horizontal*

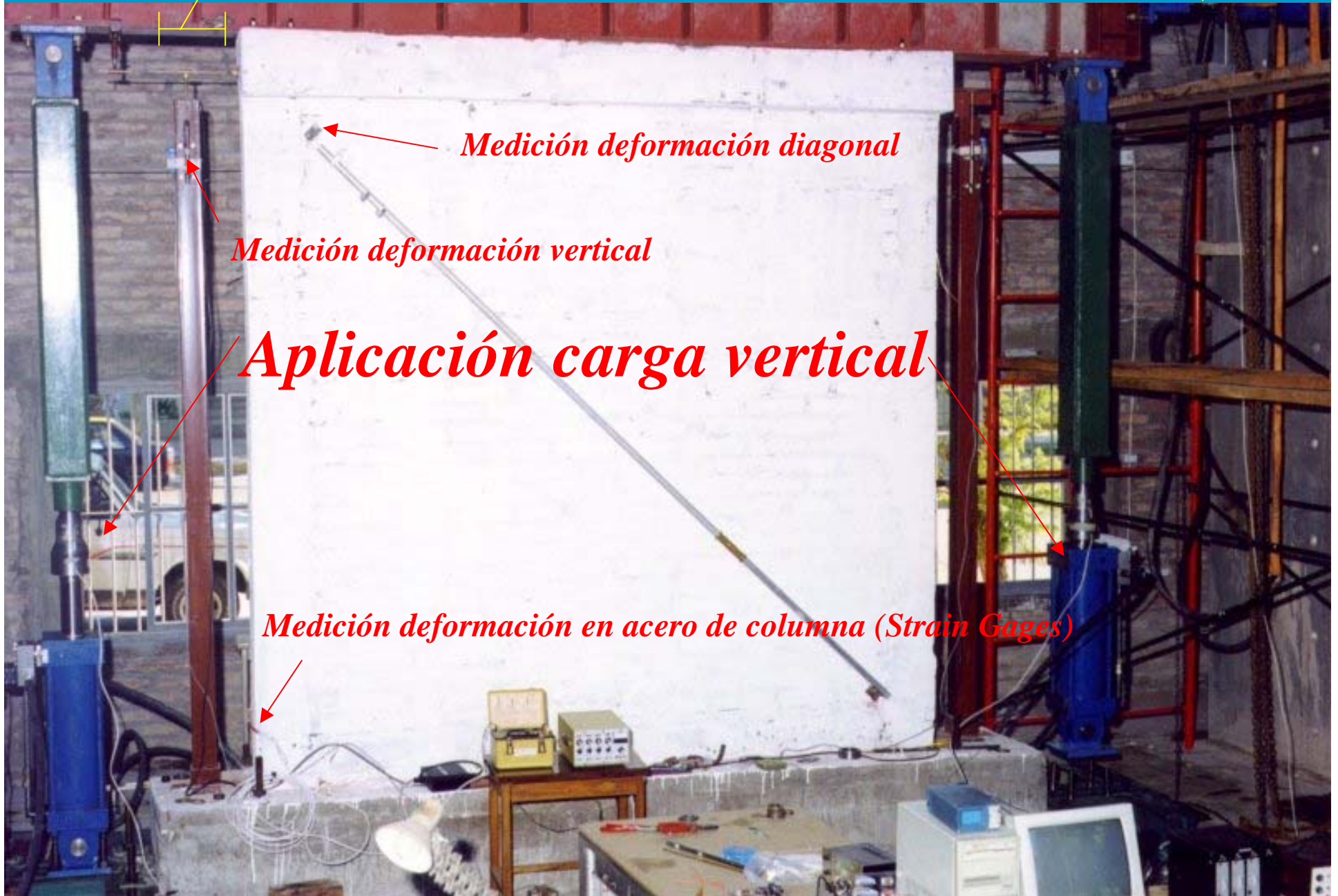
*Fuerza
Horizontal*

Medición deformación diagonal

Medición deformación vertical

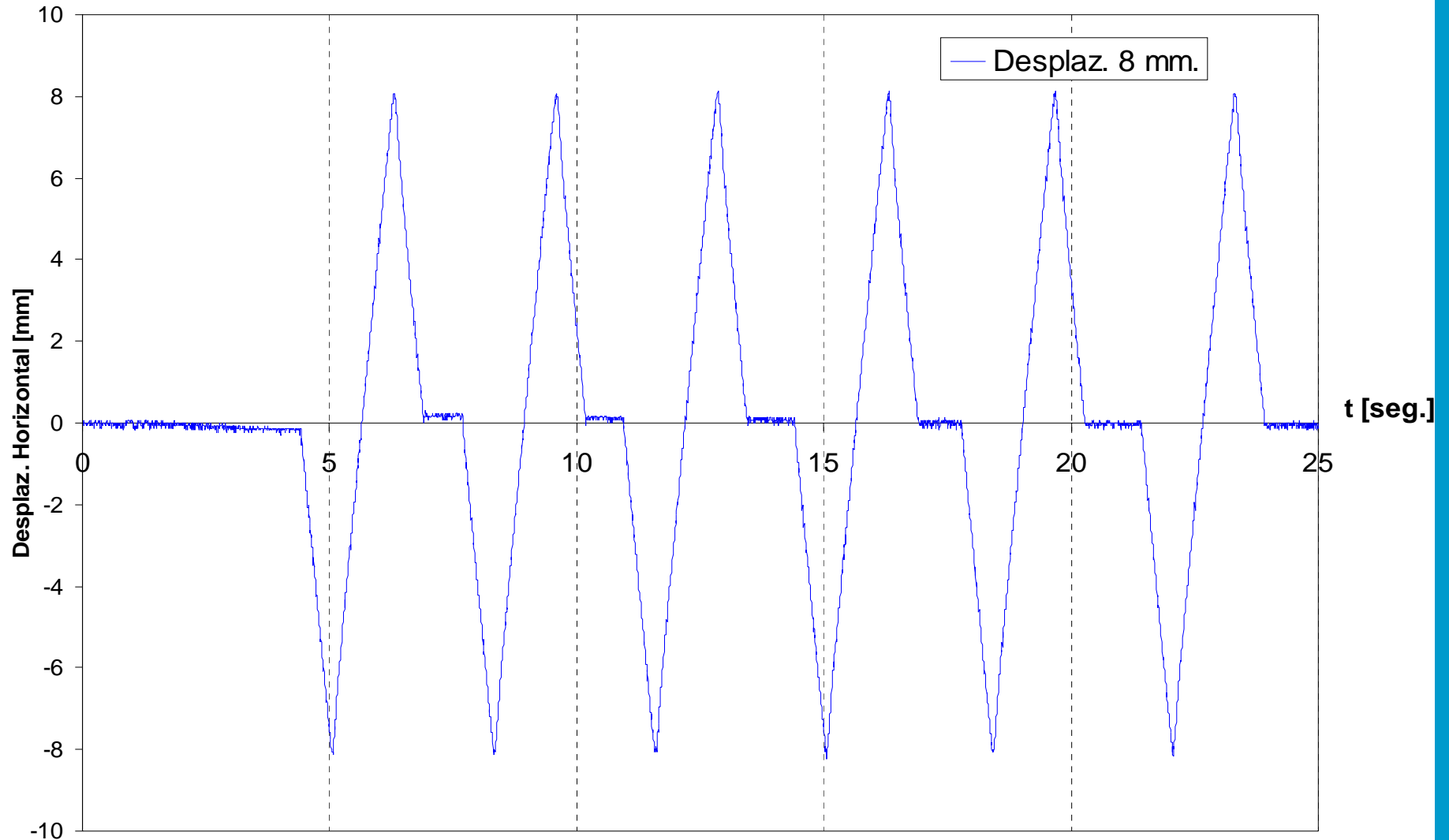
Aplicación carga vertical

Medición deformación en acero de columna (Strain Gages)



Registros obtenidos durante un ensayo

Ensayo Muro 3



Características de los muros ensayados:

Muro	Armadura vertical.	Armadura Horizontal.	Esfuerzo Normal. [kN]	Resistencia teórica a flexión.(1) [kN]	Resistencia estimada Al corte. (2) [kN]	Resistencia máxima medida. [kN]
1	4 ϕ 10 (3.12 cm ²)	-	100	142	109	118
2	4 ϕ 10 (3.12 cm ²)	-	100	142	109	93
3	4 ϕ 16 (8.05cm ²)	-	200	342	138	207
4	4 ϕ 16 (8.05cm ²)	-	200	342	138	235
5	4 ϕ 8 (2.01 cm ²)	2 ϕ 6 c/ 2 hiladas (3.1 cm ² /m)	100	105	109+ 72 (3)	157
6	4 ϕ 8 (2.01 cm ²)	2 ϕ 6 c/ 2 hiladas (3.1 cm ² /m)	100	105	109+ 72 (3)	169

Notas :

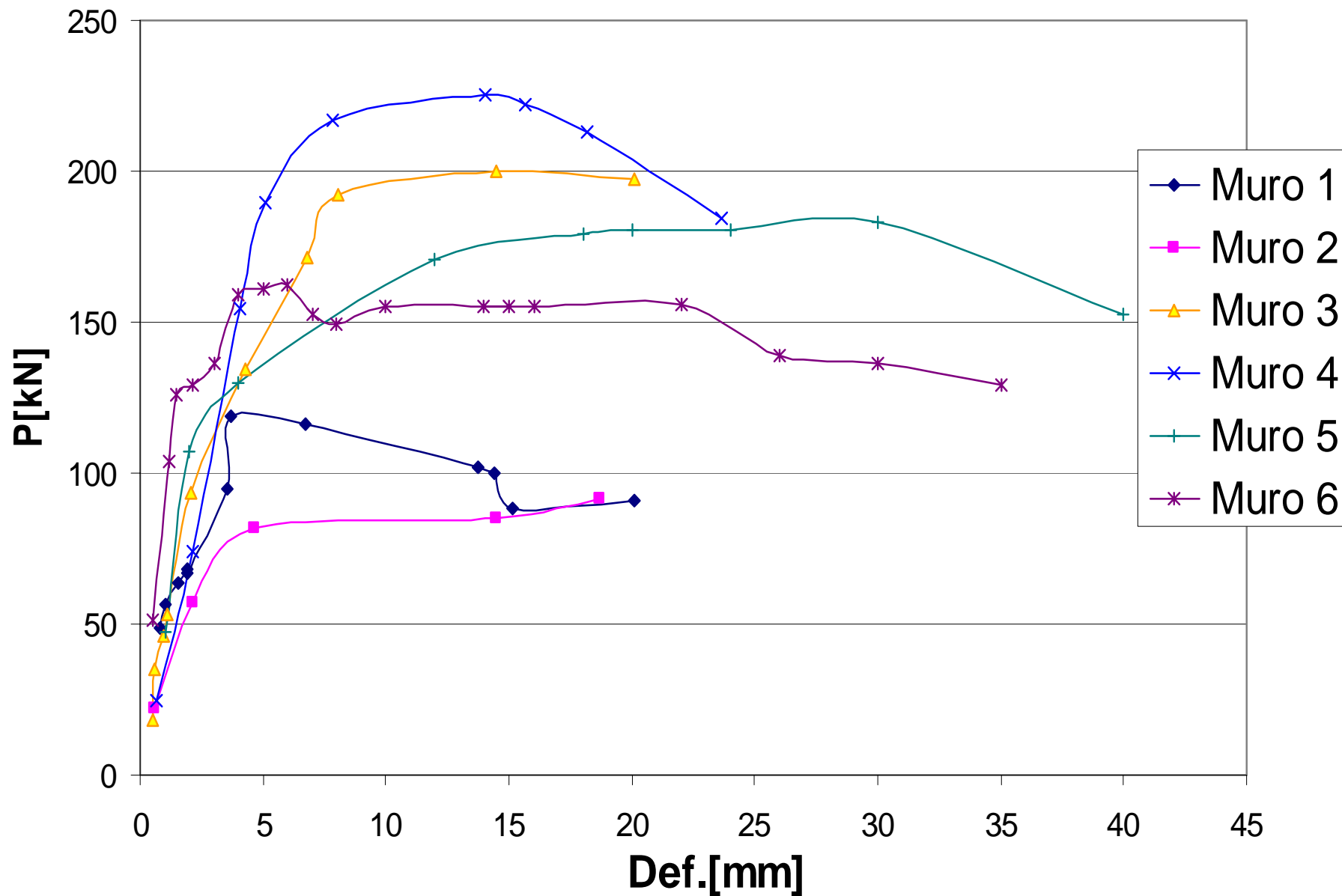
(1) Fuerza horizontal a nivel del actuador para la capacidad teórica de flexión del muro considerando el esfuerzo normal aplicado y $\beta_s=420$ MN/m²

(2) $V_{ur} = (0.3 \sigma + 0.6 \tau_{mo})$. Donde σ : tensión de compresión actuante.

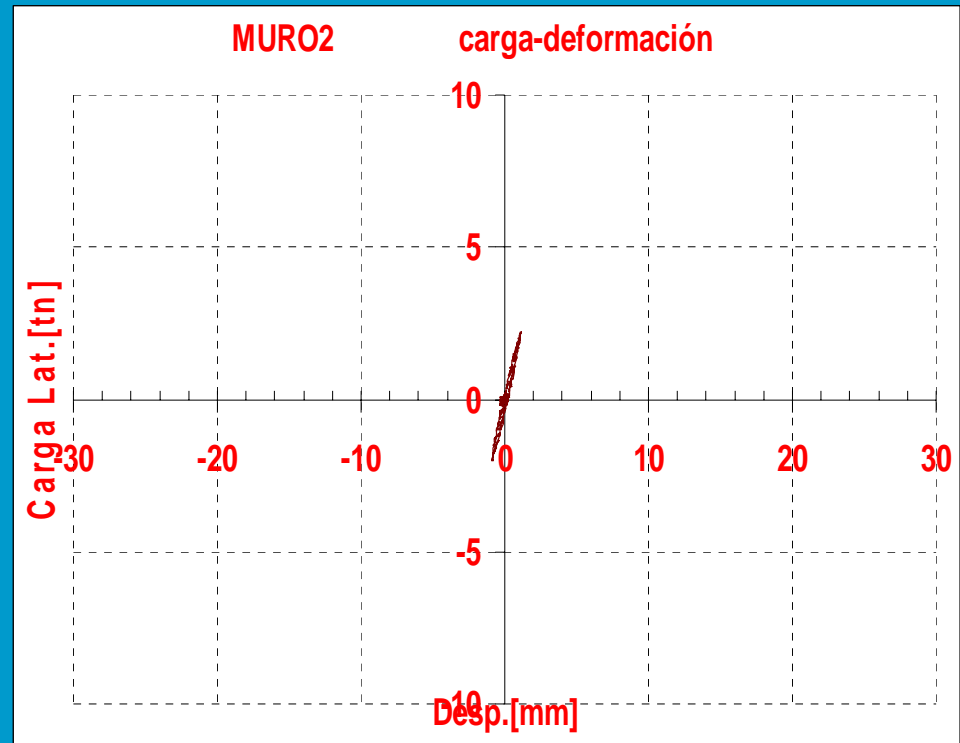
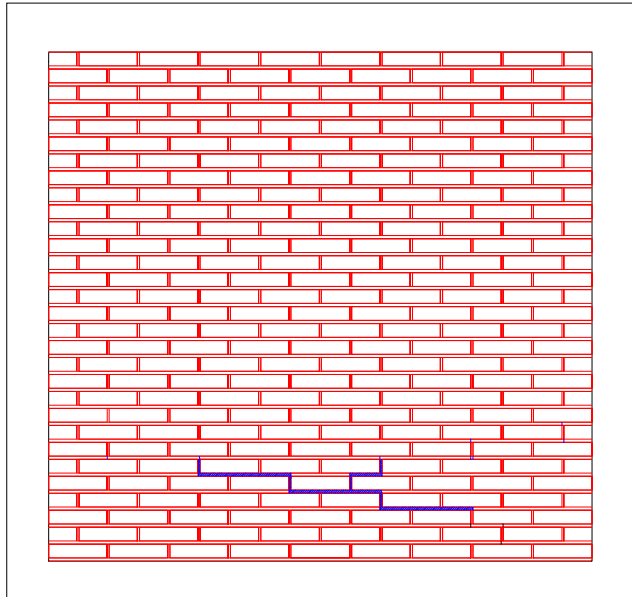
τ_{mo} : resistencia a compresión diagonal de murete. Esta resistencia se estimó basándose en ensayos de compresión diagonal $\tau_{mo}=0.3$ MN/m²

(3) Resistencia al corte correspondiente a la armadura horizontal.

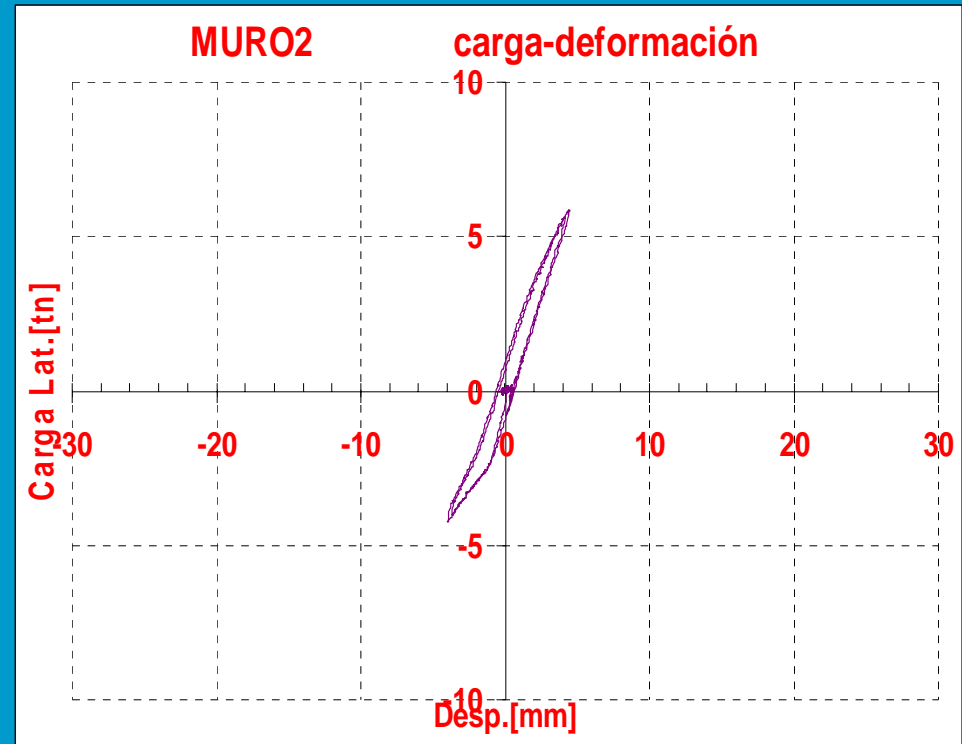
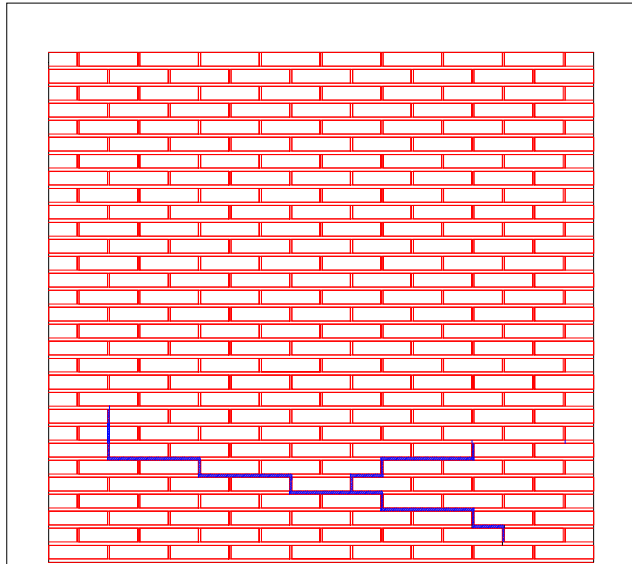
Curvas envolventes de los ensayos:



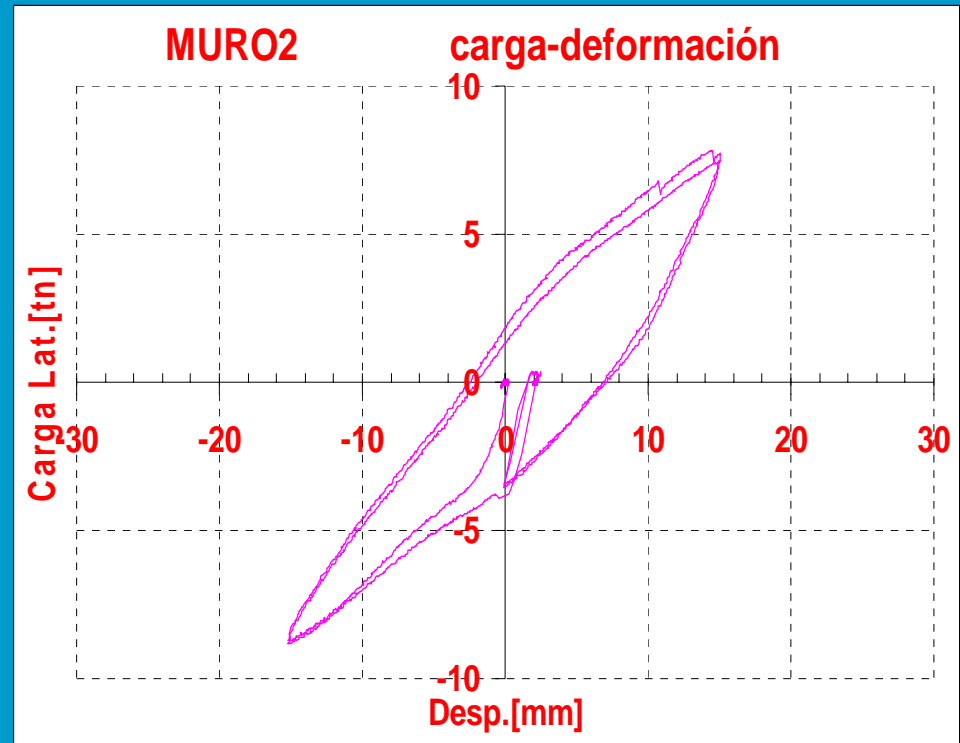
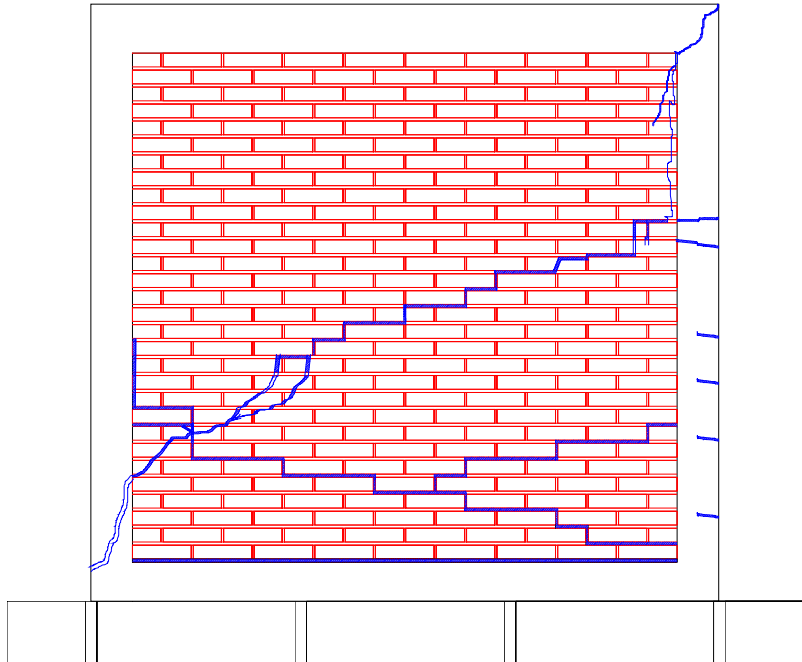
ENSAYO Muro 2:



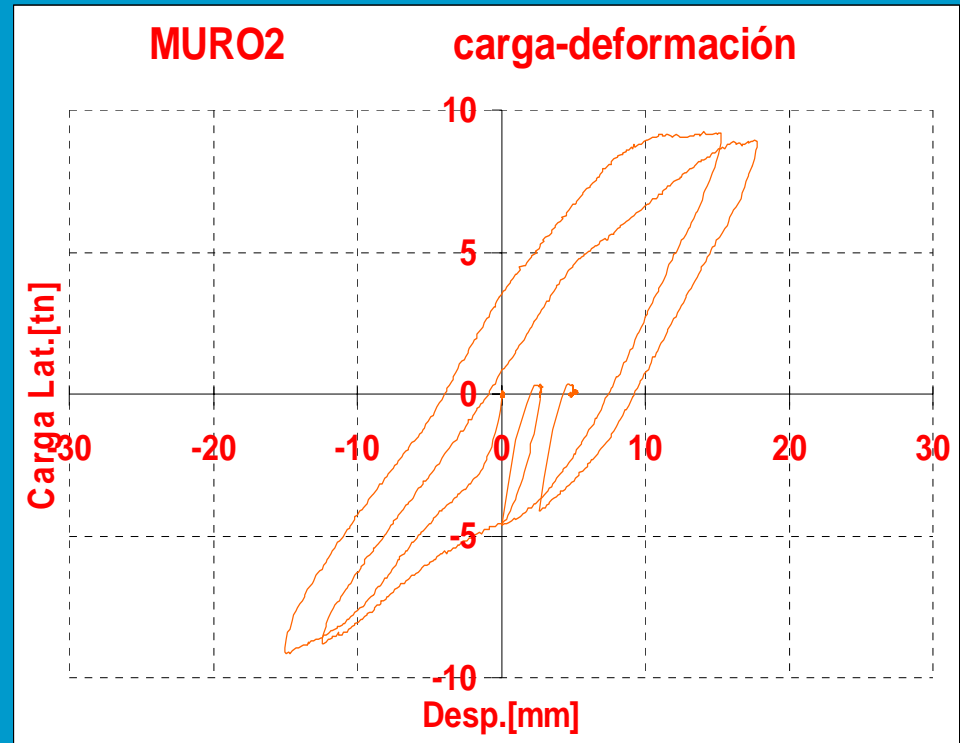
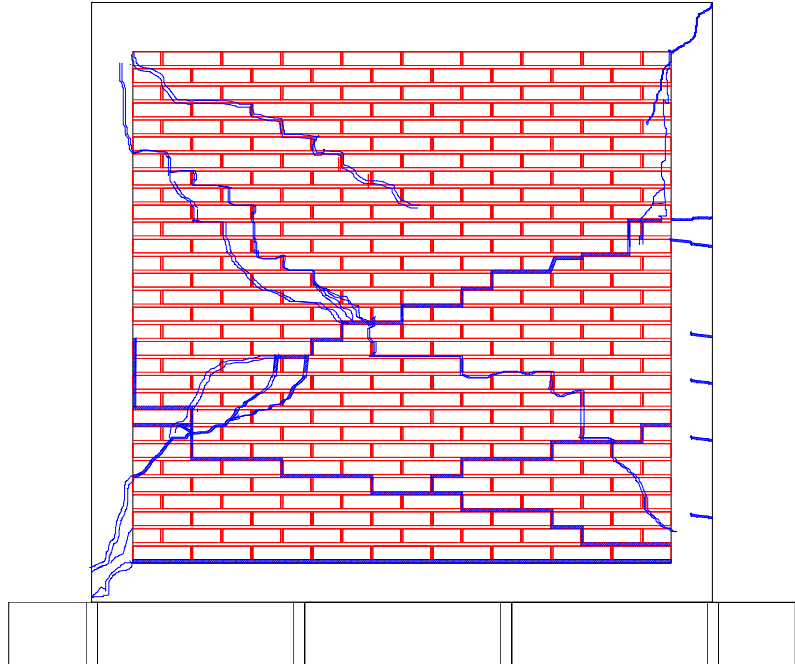
ENSAYO Muro 2:



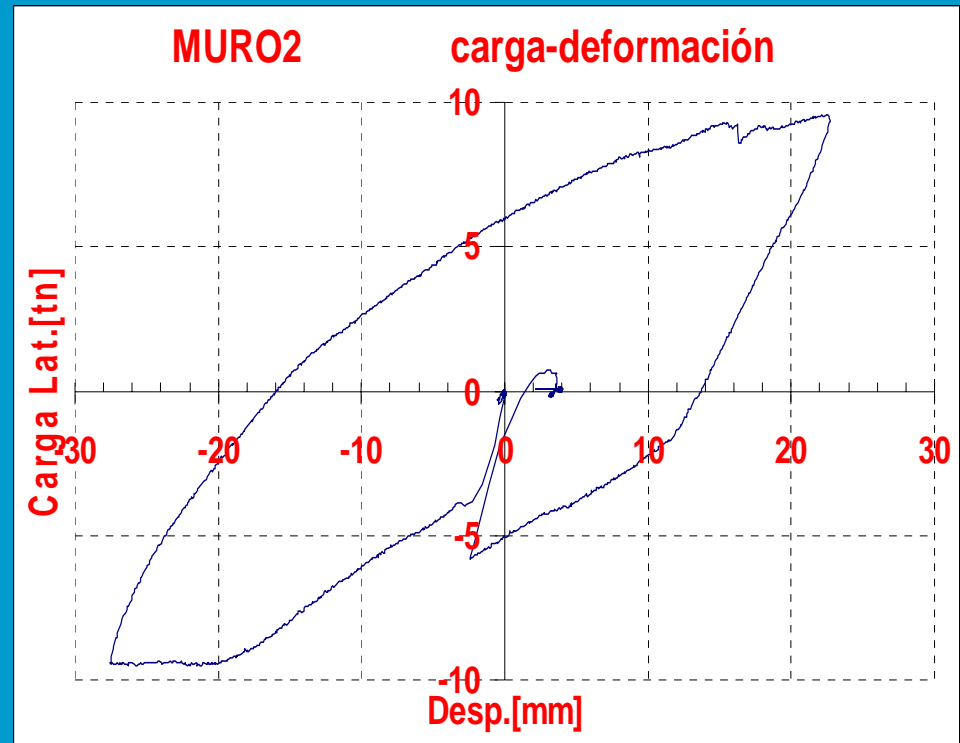
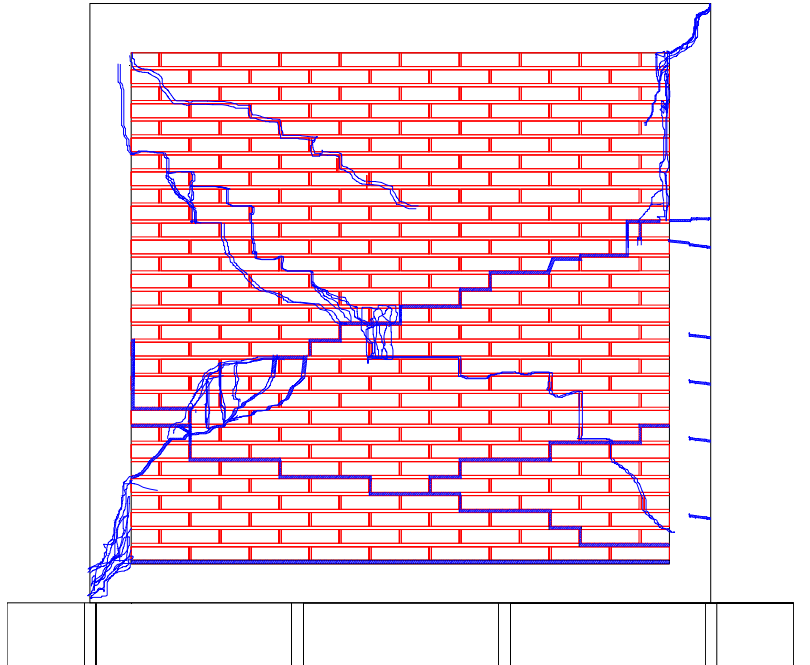
ENSAYO Muro 2:



ENSAYO Muro 2:



ENSAYO Muro 2:



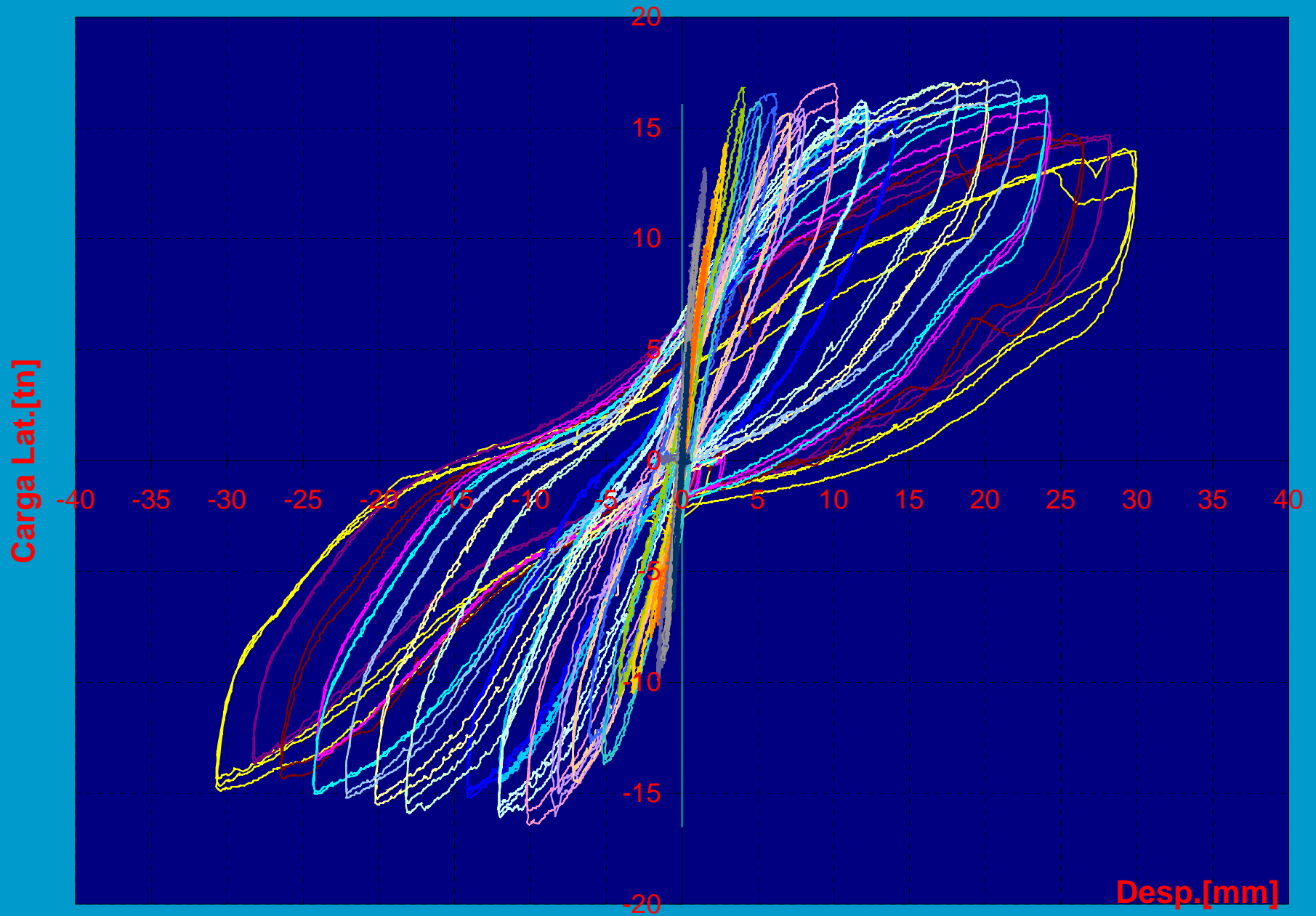
ENSAYO MURO 1



ENSAYO MURO 6



MURO 6 - carga-desplazamiento



Rigideces estimadas y medidas

Muro	K_e [kN/mm]	$K_{0,5\%}$ [kN/mm]	$K_{1\%}$ [kN/mm]
1	$\frac{1}{\frac{h^3}{3EmJ_m} + \frac{h}{GmAm}} = 39$	52	39
2		31	23
3		50	37
4		52	45
5	$\frac{1}{\frac{h^3}{3EmJ_t} + \frac{h}{GmAm}} = 74$	72	47
6		83	54

h : altura del muro

$E_m=1600$ MN/m². Módulo de elasticidad mampostería.

$G_m=500$ MN/m². Módulo de corte

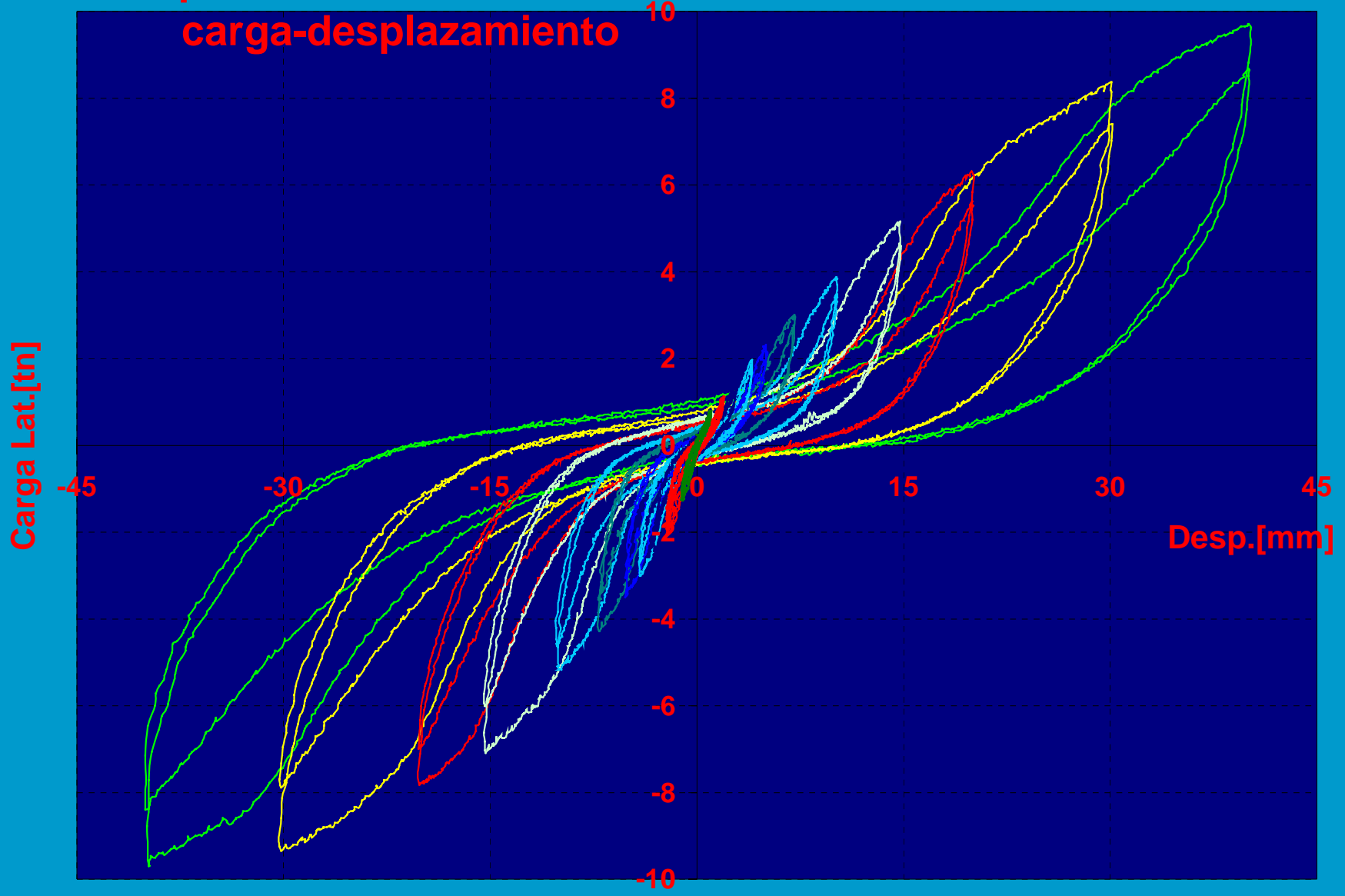
A_m = Area transversal muro sin transformar las áreas de las columnas de encadenado.

J_m = Momento inercia muro sin transformar las áreas de las columnas de encadenado.

J_t = Momento inercia muro con áreas de columnas transformadas y agrietadas.

$K_{1\%}$: Rigidez secante medida para el 1 por mil de distorsión.

Mampostería de Suelo-Cemento carga-desplazamiento



Conclusiones:

- * La resistencia del muro estimada en la Norma Inpres-Cirsoc, es razonable a partir de la resistencia en el ensayo de compresión diagonal en muretes. (para cuantías bajas de armadura en las columnas de encadenado que no proporcionen capacidades mayores a flexión que a corte)

Conclusiones:

- * Para cuantías mayores la resistencia está condicionada por la resistencia al corte de la columna de enmarcado y el nudo. La norma debería requerir el diseño por capacidad de armaduras de las columnas y el nudo teniendo en cuenta el corte máximo que puede inducir la biela comprimida que se forma en el panel agrietado. Para este tipo de mampuesto es poco probable una falla de compresión de esa biela y por lo tanto el esfuerzo está limitado por la armadura vertical de las columnas.

Conclusiones:

- * Las armaduras transversales en las zonas críticas de columnas y vigas de encadenado que se colocan normalmente en la práctica son insuficientes para resistir estos esfuerzos de corte.

Conclusiones:

- La colocación de armadura horizontal con cuantía suficiente (0.18 %) para controlar el agrietamiento diagonal y aumentar la resistencia al corte, junto con cuantías bajas de acero vertical, permitió modificar radicalmente el modo de falla de los muros ensayados y aumentar la rigidez inicial y la capacidad de deformación plástica. La norma Inpres-Cirsoc debería incluir la posibilidad de tener en cuenta el acero horizontal en el cálculo de la resistencia al corte del muro. Se debe notar que la armadura que se colocó en los muros ensayados es mucho mayor que la mínima que recomienda la norma ($2 \phi 4.2$ c/50 cm).

Conclusiones:

- Las rigideces secantes de muros sin armadura horizontal, para una deformación del 1 por mil, pueden estimarse en forma simple considerando la sección del muro como homogénea sin agrietamiento. En cambio, para los muros con armadura horizontal en los que la columna de encadenado y el panel no se separan, es posible estimar la rigidez inicial teniendo en cuenta la sección transformada y agrietada de las columnas de encadenado.