



Received: 15-10-2015  
Accepted: 14-12-2015

## Influencia de la acumulación de las flechas de servicio en forjados de hormigón con cerramientos rígidos. Influence of accumulation of service concrete truss deformation effect of rigid enclosure.

Francisco Gil<sup>a</sup> & Antonio José Mas-Guindal<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Politécnica de Madrid (f.gil@upm.es), <sup>b</sup> Universidad Politécnica de Madrid (secretario.arquitectura@upm.es)

---

**Resumen**— El objetivo de este trabajo es verificar la relación directa que existe entre las flechas activas que se generan en las plantas superiores de un edificio de viviendas, con los elementos que están en contacto con los forjados de la estructura, es decir, con los tabiques y cerramientos. El procedimiento aplicado se ha basado en el estudio de la aplicación correcta de las cargas de elementos de separación (muros y tabiques), llevadas a cabo en, por modelos de estructuras de pórticos de hormigón armado en edificios de viviendas, teniendo todas ellas en común la geometría de planta y siendo variable el número de plantas que la constituyen en altura. Las conclusiones obtenidas, después de haber analizado un edificio tipo de 6 plantas, de trama regular, indican que en el forjado de planta baja podría llegar a incrementarse el valor de la flecha activa hasta un 234,93%. En un edificio de 9 plantas el forjado de planta baja podría llegar a incrementar su flecha activa hasta un 241,09%, para las mismas condiciones de luz y carga. En el caso de un edificio de 12 plantas se llega a la conclusión que en el forjado de planta baja puede llegar a incrementar el valor de la flecha activa hasta un 290,07%.

**Palabras clave**— Flecha activa; deformación; fisura; cargas acumuladas; patología.

---

**Abstract**- The objective of this work is to test the direct relationship between active arrows that are generated in the upper floors of a residential building, with the elements that are in contact with the floors of the structure, is say, with the partitions. The methodology is based on the study of a series of test tube, made these for models of buildings, are all having in common the floor geometry being variable and the number of floors that are at height. The conclusions that have been reached after analyzing a 6 plants concludes that the floor slab can get to increase the value of the active deflection up to 234.93 %. In a 9-storey building the floor slab could increase their active arrow up to 241.09% for the same lighting conditions and load. In the case of a 12-storey building is concluded in the floor slab can actually increase the value of the active deflection up to 290.07%.

**Index Terms**— Active deflection; deformation; cracks; collected loads; pathologies.

---

## I. INTRODUCTION

LA FLEXIBILIDAD inherente al uso de vigas de canto embebidas (planas) en el forjado otorga a estos, un valor sustancial en el aumento de la flecha activa, apreciación ésta que ha sido considerada de forma especial en las últimas normas EHE-00 y EHE-08, estas van a generar a su vez una

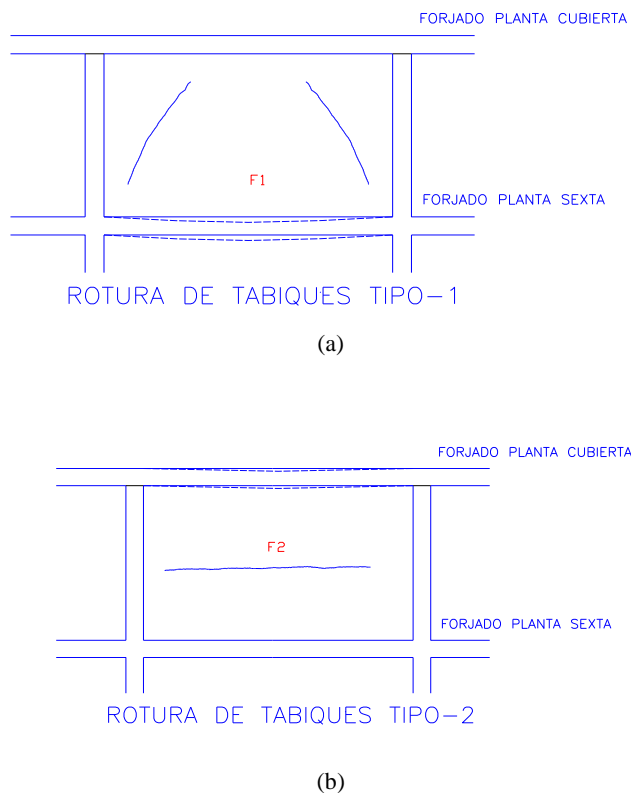


Fig. 1. Fisura de tabiques tipo 1 (a) y 2 (b).

descarga o transmisión de cargas existentes en los forjados, por figuración de los paramentos (tabiquerías y muros), que en origen no están diseñados para soportar más que su propia carga y los revestimientos que se alojen en ellos; es decir, guarnecidos, enlucidos, entablados, etc, en general de escasa entidad a la hora de tener en cuenta su peso propio con respecto a la tabiquería. Estas fisuraciones constituyen gran parte de las demandas judiciales contra los profesionales responsables en la actualidad.

Las acciones nuevamente distribuidas, que recogen y transportan las tabiquerías se van acumulando planta a planta en sentido descendente. Las flechas generadas en cada forjado se van incrementando planta a planta, y las cargas que transmiten, generando patologías de diverso tipo en las tabiquerías hasta poder llegar no solo a daños estéticos si no a su ruina funcional. Este efecto sólo puede explicarse si existe

grado de libertad de flecha en la viga techo de planta baja, que es en definitiva la que origina los descensos.

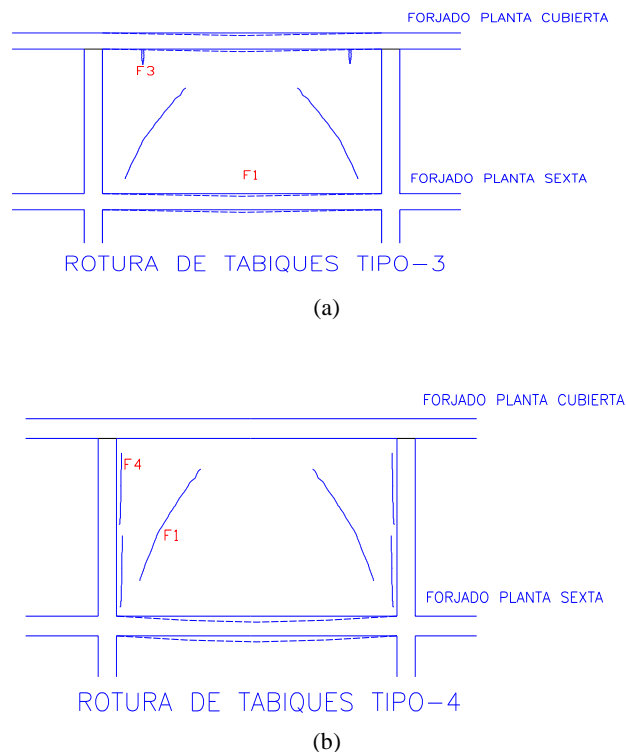


Fig. 2. Fisura originada por esfuerzo cortante de tabique/muro (a) junto con desprendimiento del pilar (b).

En la figura 1.a se muestra la fisura originada por el descenso de la viga de apoyo del tabique generando una fisura tipo-1(F1), y en la figura 1.b se muestra la fisura originada por el descenso de las vigas superior e inferior del tabique/muro generando una fisura tipo-2 (F2).

Además, en la figura 1.c, se aprecia la fisura originada combinación de los efectos anteriores, generando una fisura tipo-3 (F3) por esfuerzo cortante de tabique/muro, y en la figura 1.d, se aprecia las fisuras originada combinación de los efectos anteriores con desprendimiento del pilar, generando una fisura tipo-4 (F1+F4).

## II. CALCULO DE LAS CARGAS DE TABIQUERÍA ACUMULADAS PLANTA A PLANTA

En este apartado se han deducido las cargas que actúan en el tabique y, al mismo tiempo, el porcentaje de cargas que van a llegar a la viga del forjado inferior.

El análisis comienza con el estudio de los tabiques y muros de cerramiento en pórtico nº 14 y, de él, la viga P3-P4, En la figura 2 se aprecia el valor de la flecha en estado normal, es decir, sin tener acumulación de carga transmitida por la planta superior.

La obtención del peso de la tabiquería se realizó en base a las tablas proporcionadas por el documento básico de

Francisco Gil es profesor en la Escuela Técnica Superior de Edificación de Madrid (e-mail: f.gil@upm.es).

Antonio José Mas-Guindal es profesor de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (e-mail: secretario.arquitectura@upm.es)

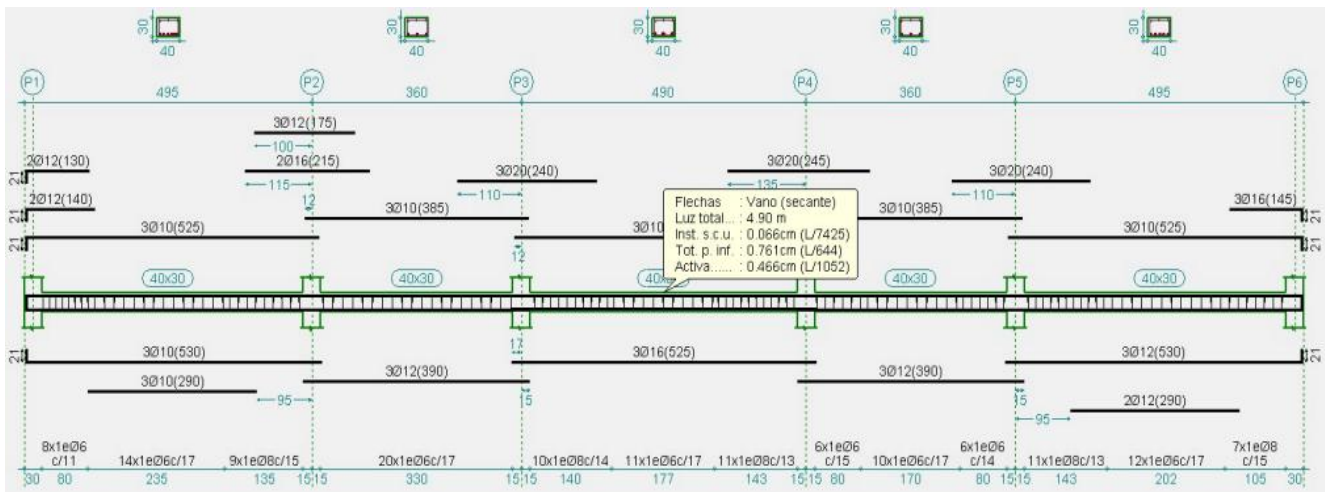


Fig. 3. Valor de la flecha en estado normal.

TABLA I  
DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL SE-AE DEL  
CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN ESPAÑOL

SISTEMA ESTRUCTURAL	Peso kn/m2	Tabique con guarnecido 2 caras	Tabique con enfoscado 1 cara
Ladrillo hueco, 45 mm de espesor (24,3x10,8x7,9 cm)	0,60	0,90	
Ladrillo hueco, 90 mm de espesor	0,90	1,20	
Guarnecido y enlucido de yeso	0,15		
½ pie Fabrica ladrillo macizo	2,16	2,36	2,36
Enfoscado o revoco de cemento	0,20		
Peso por unidad de superficie de tabiques			

seguridad estructural SE-AE del código técnico de la edificación español (Tabla I).

Todas estas fisuras, no están en la estructura, están en los elementos que se apoyan en la estructura y son sólo fruto de la

incompatibilidad entre cerramiento y deformación de la estructura.

III. ESTUDIO DE UN EDIFICIO DE SEIS PLANTAS

A. Determinación de las cargas reales que recibe el forjado del cerramiento pórtico 14 viga p3-p4 del forjado de planta 6ª

La carga total del cerramiento incluido trasdosado se obtiene mediante la expresión:

$$C = \text{Peso del cerramiento (kN/m}^2\text{)} + \text{Peso de trasdosado (kN/m}^2\text{)}$$

$$C = (2,36 + 0,6 + 0,15) = 3,11 \text{ kN/m.}$$

$$C1 = 2/3 \cdot PxH \Rightarrow 2/3 \cdot 3,11 \times 3 = 6.16 \text{ (kN/ml)} = ct.$$

Se observa una vez analizados los datos obtenidos, después de haber sido sometida la viga P3-P4, del forjado sexto, a las cargas adicionales tipo Ct pertenecientes y como resultado de la transmisión de cargas de los cerramientos existentes entre las plantas séptima y sexta (Tabla II):

- Incremento de la flecha en un 36,60% del valor original sin la carga adicional.
- Incremento de armado en un 8,62%.

TABLA II  
COMPARACIÓN DE FLECHAS ACTIVAS

Numero de Planta	Flecha activa Sin cargas Ct Situación 1	Flecha activa Con cargas Ct Situación 2	% incremento de Flecha activa de 1 a 2 (mm)
Forjado Planta Sexta	0,466	0.632	+36.60%
Comparación de flechas activas entre situación 1 y 2			

TABLA III  
COMPARACIÓN DE FLECHAS ACTIVAS ENTRE SITUACIÓN 1 Y 2 DE LAS  
PLANTAS 4ª Y 7ª

Numero de Planta	Flecha activa Sin cargas Ct Situación 1	Flecha activa Con cargas Ct Situación 2	% incremento de Flecha activa de 1 a 2 (mm)
Forjado Planta séptima	0,466	0,466	+0,00%
Forjado Planta Cuarta	0,466	0,818	+75.54%

TABLA IV  
COMPARACIÓN DE FLECHAS ACTIVAS ENTRE SITUACIÓN 1 Y 2 DE LAS  
PLANTAS 1ª Y 7ª

Numero de Planta	Flecha activa Sin cargas Ct Situación 1	Flecha activa Con cargas Ct Situación 2	% incremento de Flecha activa de 1 a 2 (mm)
Forjado Planta séptima	0,466	0,466	+0,00%
Forjado Planta primera	0,466	1.009	+216,52%

TABLA V  
COMPARACIÓN DE FLECHAS ACTIVAS ENTRE SITUACIÓN 1 Y 2 DE LAS  
PLANTAS 1ª A LA 7ª

Numero de Planta	Flecha activa Sin cargas Ct Situación 1 en cm	Flecha activa Con cargas Ct Situación 2 en cm	% incremento de Flecha activa de 1 a 2 (mm)
Forjado Planta séptima	0.655	0.655	0,00%
Forjado Planta sexta	0.429	0,528	25,00%
Forjado Planta quinta	0,430	0,632	46,98%
Forjado Planta cuarta	0,428	0.720	68,22%
Forjado Planta tercera	0,424	0,818	92,92%
Forjado Planta segunda	0,466	0,874	87,55%
Forjado Planta primera	0,437	1,009	130,89%

B. Determinación de las cargas reales que recibe el forjado del cerramiento portico 14 viga p3-p4 del forjado de planta 3ª

$$C = \text{Peso del cerramiento (kN/m}^2\text{)} + \text{Peso de trasdosado (kN/m}^2\text{)}$$

$$C = (2,36 + 0,6 + 0,15) = 3,11 \text{ kN/m}^2.$$

$$C1 = 2/3 P \times H \Rightarrow 2/3 \cdot 3,11 \times 3 = 6,16 \text{ (kN/ml)} = ct.$$

$$Ct = c1 \times 4 = 24,64 \text{ (kN/ml)}$$

Se observa una vez analizados los datos obtenidos (Tabla III), después de haber sido sometida la viga P3-P4, del forjado tercero, a las cargas adicionales tipo Ct pertenecientes y como resultado de la transmisión de cargas de los cerramientos existentes entre las plantas séptima, sexta, quinta, cuarto y tercero:

- Incremento de la flecha en un 75,54% del valor original sin la carga adicional.
- Incremento de armado en un 55,56%.

C. Determinación de las cargas reales que recibe el forjado del cerramiento pórtico 14 viga p3-p4 del forjado de planta 3ª

$$C = \text{Peso del cerramiento (kN/m}^2\text{)} + \text{Peso de trasdosado (kN/m}^2\text{)}$$

$$C = (2,36 + 0,6 + 0,15) = 3,11 \text{ kN/m}^2.$$

$$C1 = 2/3 P \times H \Rightarrow 2/3 \cdot 3,11 \times 3 = 6,16 \text{ (kN/ml)} = ct.$$

$$Ct = c1 \times 6 = 36,96 \text{ (kN/ml)}$$

Se observa una vez analizados los datos obtenidos (Tabla IV y Tabla V), después de haber sido sometida la viga P3-P4, del forjado primero, a las cargas adicionales tipo Ct pertenecientes y como resultado de la transmisión de cargas de los cerramientos existentes entre las plantas séptima, sexta, quinta, tercero, segundo y primero (Fig. 4):

- Incremento de la flecha en un 130,89% del valor original sin la carga adicional.
- Incremento de armado en un 211%.

TABLA VI  
COMPARACIÓN DE CUANTÍAS DE ARMADO EN VIGAS P3-P4 ENTRE SITUACIÓN 1 Y 2  
DE LAS PLANTAS 1ª A LA 7ª

Numero de Planta	Cuantía de armadura Sin cargas Ct Situación 1 en cm <sup>2</sup>	Cuantía de armadura Con cargas Ct Situación 2 en cm <sup>2</sup>	% incremento de Cuantía de armadura (cm <sup>2</sup> )
Forjado Planta séptima	24,07	25,50	5,94%
Forjado Planta sexta	26,08	33,69	29,18%
Forjado Planta quinta	26,08	39,64	51,99%
Forjado Planta cuarta	26,08	43,84	68,10%
Forjado Planta tercera	26,08	49,47	89,69%
Forjado Planta segunda	26,08	57,88	121,93%
Forjado Planta primera	26,08	61,27	234,93%

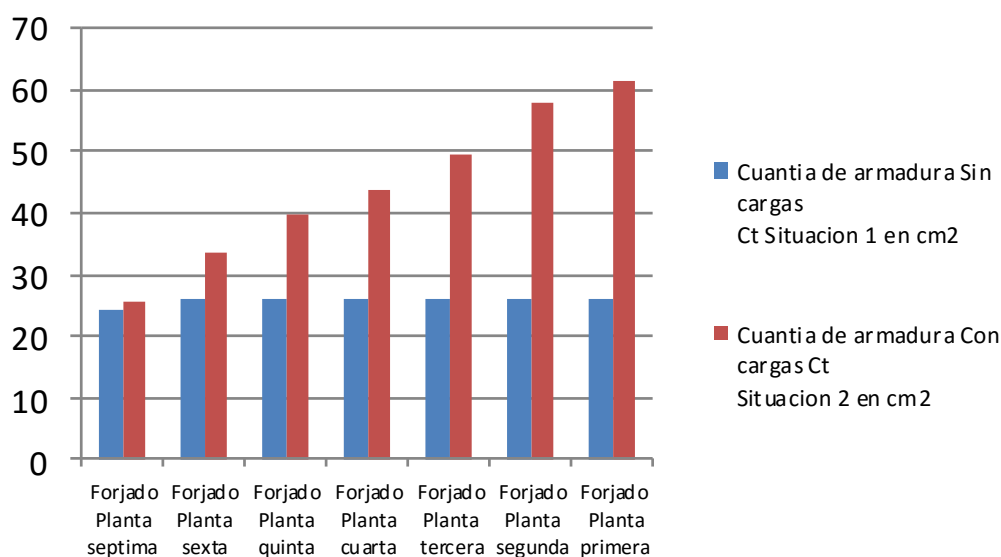


Fig. 4. Cuantía de armadura con y sin cargas.

#### IV. CONCLUSIONES

El valor de la flecha activa sufre un incremento sustancial llegando a un valor del 130,89% en el forjado de planta más baja, al mismo tiempo también se incrementa el armado de cada planta llegando a un 211%.

#### REFERENCIAS

Gil Carrillo, F. (2013). "Análisis crítico de la flecha de servicio en las estructuras adinteladas de hormigón armado". Tesis Doctoral, Universidad Camilo José Cela, Madrid, España.

Mas-Guindal Lafarga A.J. (1981) "Sistemas Planos. Aproximación al modelo de análisis de piezas rectas de hormigón armado en estado último" Tesis Doctoral oa.upm.es. N° 340 (Mayo 1982) Informes de la Construcción.

Mas-Guindal Lafarga A.J. (1981). "Las grietas en las estructuras de fábrica. N° 446 (Noviembre/diciembre 1996) Informes de la Construcción. Mayo 1982.