

**TALLER 2. ESTRUCTURAS**  
**Estructuras de Hormigón. EHE**

---

**UNIDAD 8**

**VERIFICACION NUMERICA DE**  
**ESTRUCTURAS DE HORMIGON**  
**ARMADO**

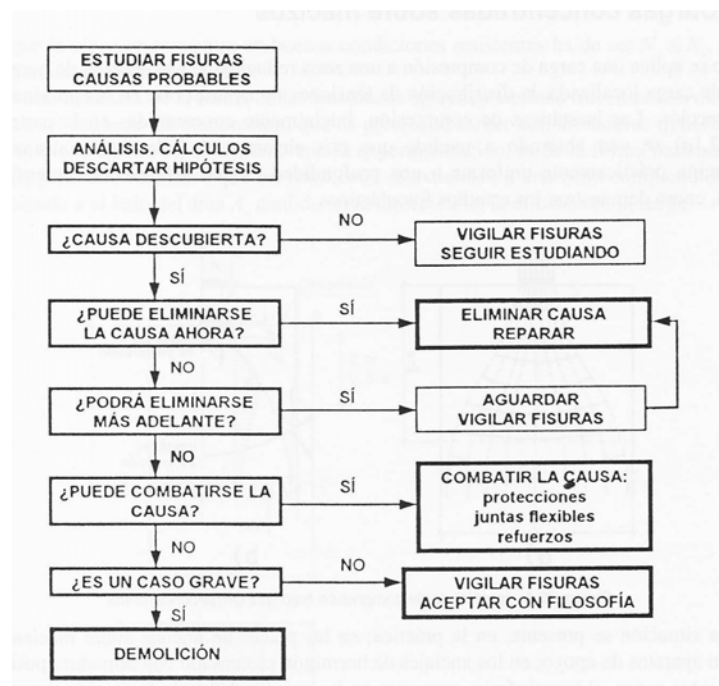
Enrique Vazquez Vicente  
Prof. Asoc. Universidad de Sevilla

- FALTA DE NORMATIVA DE APLICACION (¿Es un problema?)
- LA METODOLOGIA A ADOPTAR PARA LA RESOLUCION DEL PROBLEMA QUEDA A DISCRECION DEL ESPECIALISTA EN PATOLOGIA ESTRUCTURAL.
- ESTE DEBE PLANTEARSE UNA SERIE DE CUESTIONES ANTES DE ABORDAR EL ANALISIS:
  - ¿POR QUE SE REALIZA LA PERITACION? (Daños apreciables, intervención arquitectónica en el edificio, cambio de uso, modificación de las acciones,...)
  - ¿ESTA EL EDIFICIO EN USO?
  - ¿EN CASO DE QUE SE ENCUENTREN PROBLEMAS, QUE TIPO DE ACTUACIONES PODRIAN REALIZARSE Y CUALES DEBEN DESCARTARSE DESDE UN PRINCIPIO?
- LA RESPUESTA A ESTAS CUESTIONES ORIENTARA EN GRAN MANERA EL RUMBO DEL ESTUDIO PATOLOGICO.

## CRONOLOGIA DE LAS NORMAS DEL HORMIGON EN ESPAÑA

- Hasta 1939: SIN NORMATIVA
- Primera norma del Ministerio de Obras Publicas: 1939 (Basada en DIN 1045)
- Primera norma de la Dirección General de Arquitectura: 1940
- Instrucción HA-61 (No oficial, IETCC)
- Instrucción EH-68
- Instrucción EHPRE-72
- Instrucción EH-73
- Instrucción EP-77
- Instrucción EH-82
- Instrucción EH-80
- Instrucción EP-80
- Instrucción EH-88
- Instrucción EH-91
- Model Code 91
- Eurocódigo 2 (UNE-ENV 1992-1-1:1991)
- Instrucción EP-93
- Instrucción EF-96
- Instrucción EHE (1999)
- Instrucción EFHE (2003)

POR LOGICA, ANTES DE ABORDAR EL REFUERZO ESTRUCTURAL, DEBERIA BUSCARSE EL ORIGEN DEL DAÑO.



## CAUSAS MÁS FRECUENTES DE DESÓRDENES PATOLÓGICOS

Defectos de proyecto	Errores de concepción. Errores en la evaluación de las cargas. Errores de cálculo (numéricos; olvido de la retracción, fluencia, temperatura; otros). Errores en el diseño de detalles (recubrimientos, anclajes, empalmes; nudos y uniones; juntas de dilatación; otros). Errores de dibujo (ambigüedades). Errores en el Pliego de Condiciones (materiales inadecuados; otros).
Defectos de materiales	Cemento. Agua. Áridos. Aditivos. Adiciones. Armaduras. Hormigones. Elementos de apoyo.
Defectos de ejecución	Encofrados (asientos o desplazamientos; juntas mal concebidas; suciedad). Hormigonado (mala compactación; segregación; otros). Protección inicial (afogarado; helada). Curado (escaso tiempo de curado; agua no idónea). Juntas (mala orientación; falta de adherencia). Otros detalles ( <i>ver proyecto, diseño de detalles</i> ).
Causas posteriores a la ejecución	Retracción. Tensiones de origen térmico (variaciones de la temperatura atmosférica; variaciones de la temperatura interna). Absorción de agua por el hormigón. Corrosión de armaduras (debida a agentes químicos; debida a efectos electrolíticos; corrosión bajo tensión; otras causas). Reacciones químicas o alteraciones atmosféricas (helada; sales de deshielo; agresivos químicos). Erosión, abrasión, cavitación. Fuego. Impactos, ondas de choque, acciones imprevisibles. Tensiones originadas por las acciones (cargas o acciones directas; deformaciones impuestas). Incompatibilidad de deformaciones. Asientos del terreno.

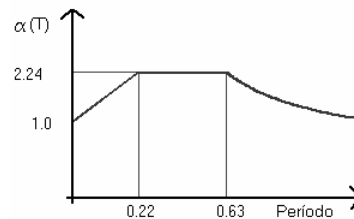
- ES MUY FRECUENTE QUE LOS ESPECIALISTAS ADOPTEN EL SISTEMA DE “MATAR MOSCAS A CAÑONAZOS”. ESTA PRACTICA, PUEDE SER PERFECTAMENTE VALIDA EN MUCHOS CASOS. LA EXPERIENCIA DEL TECNICO LE ADVIERTE DE QUE HAY VECES EN QUE UN ESTUDIO CIENTIFICO DE LA ESTRUCTURA ES MAS CARO, MAS MOLESTO O MAS LENTO,... QUE UNA SOLUCION DE REFUERZO SOBREDIMENSIONADA.
- EL ESPECIALISTA DEBE VALORAR EN QUE CASOS HAY QUE PROFUNDIZAR MAS EN EL ESTUDIO Y EN QUE CASOS ES SUFICIENTE UN ANALISIS SOMERO DEL PROBLEMA.

- FORMAS DE ABORDAR EL ESTUDIO DE PATOLOGICO.
  - BUSQUEDA DE DAÑOS
  - ESTIMACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DE LA ESTRUCTURA
  
- EN OBRAS RECIENTES, ES FRECUENTE ESTUDIAR SI LA ESTRUCTURA SE ADECUA A LAS ESPECIFICACIONES DE PROYECTO EN LUGAR DE COMPROBAR SI ES CAPAZ DE SATISFACER LAS NECESIDADES PARA LAS QUE HA SIDO DISEÑADA.
  
- LAS HERRAMIENTAS Y METODOS DE CALCULO UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA Y EN SU PERITACION NO TIENEN POR QUE SER IGUALES.

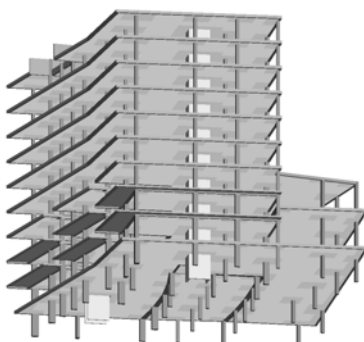
### CALCULO SIMICO POR EL METODO SIMPLIFICADO



Aceleración sísmica básica	Coef. de Riesgo	Coef. del Suelo	Ductilidad	Coef. De Contribución	Periodo Fundamental	Coef. de Respuesta
$a_b/g=0.687$	$\rho=0.091$	$C=1.4$	$\mu=2$	$k=1.1$	$T_F=0.810$	$\beta=0.437$



### RESULTADO DE UN ANALISIS MODAL-ESPECTRAL



	T	Lx	Ly	Lgz	Mx	My
Modo 1	1.52	0.178	0.0173	0.9839	75.69 %	0.86 %
Modo 2	1.276	0.0348	0.1034	0.994	5.25 %	52.56 %
Modo 3	1.135	0.0182	0.0602	0.998	2.62 %	30.6 %
Modo 4	0.465	0.5272	0.0216	0.8494	13.81 %	0.05 %
Modo 5	0.38	0.0231	0.0413	0.9989	0.87 %	5.06 %

# METODOLOGIA DE ACTUACION

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEFICIENTE DE SEGURIDAD

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

## ■ In situ (Detección y análisis de los fenómenos patológicos)

- Fisuras en la estructura.
- Fisuras en otros elementos.

## ■ Informe de Laboratorio

- Resultados Probabilistas
- Resultados Deterministas

## ■ Documentación de proyecto

- Planos
- Memorias

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

- In situ (Detección y análisis de los fenómenos patológicos)
  - Fisuras en la estructura.
  - Fisuras en otros elementos.
- Informe de Laboratorio
  - Resultados Probabilistas
  - Resultados Deterministas
- Documentación de proyecto
  - Planos
  - Memorias

## FISURAS EN LA ESTRUCTURA

“Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado”, J. Calavera

- Fisuras de afogarado.
- Otras fisuras en estado plástico.
- Fisuras de Retracción.
- De origen térmico.
- Por corrosión de armadura.
- Por expansiones en el hormigón.
- Fisuras por la acción de la carga
- Por fallo de adherencia-anclaje.
- Por errores de proyecto o de ejecución.

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

- In situ (Detección y análisis de los fenómenos patológicos)
  - Fisuras en la estructura.
  - Fisuras en otros elementos.
- Informe de Laboratorio
  - Resultados Probabilistas
  - Resultados Deterministas
- Documentación de proyecto
  - Planos
  - Memorias

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

- In situ (Detección y análisis de los fenómenos patológicos)
  - Fisuras en la estructura.
  - Fisuras en otros elementos.
- Informe de Laboratorio
  - Resultados Probabilistas
  - Resultados Deterministas
- Documentación de proyecto
  - Planos
  - Memorias

## INFORME DE LABORATORIO

### ■ INFORMACION SEMIPROBABILISTA

La estimación de los valores (acciones, resistencia del hormigón, límite elástico del acero, fuerza de pretensado,...) están asociados a un determinado nivel de confianza.

### ■ INFORMACION DETERMINISTA

No hay incertidumbre estadística en la estimación de los valores.

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

### ■ In situ (Detección y análisis de los fenómenos patológicos)

- Fisuras en la estructura.
- Fisuras en otros elementos.

### ■ Informe de Laboratorio

- Resultados Probabilistas
- Resultados Deterministas

### ■ Documentación de proyecto

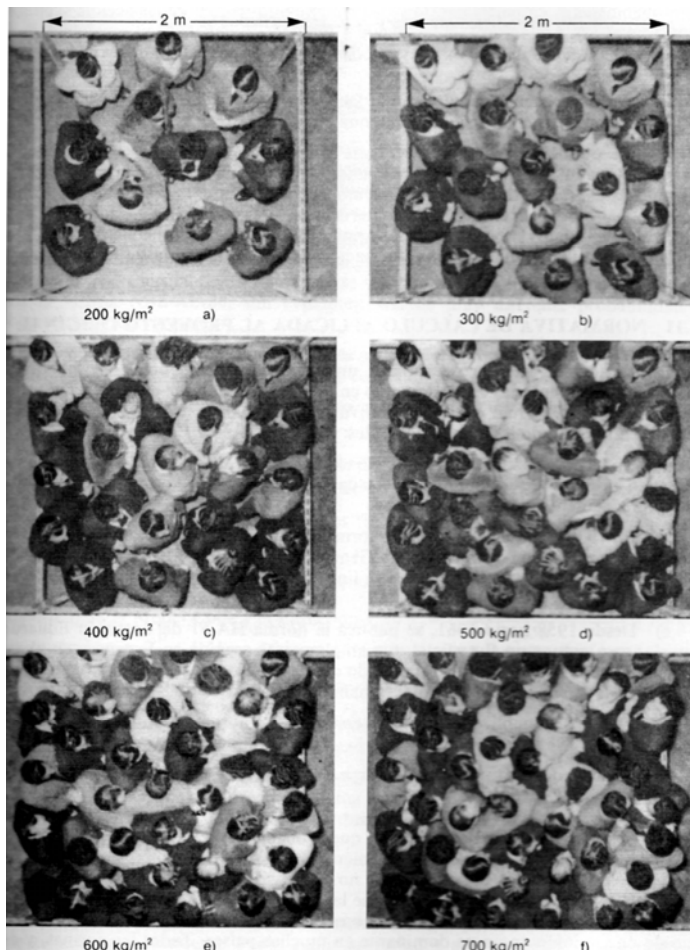
- Planos
- Memorias

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

■ Establecer con precisión que acciones van a actuar realmente sobre la estructura y que coeficiente de mayoración es adecuado.

■ Reducción de sobrecargas.

■ Alternancia.



Diferentes sobrecargas de uso.  
Del libro: "Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado"  
J. Calavera



- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

## ■ CALCULO LINEAL.

## ■ CALCULO LINEAL CON REDISTRIBUCIÓN LIMITADA.

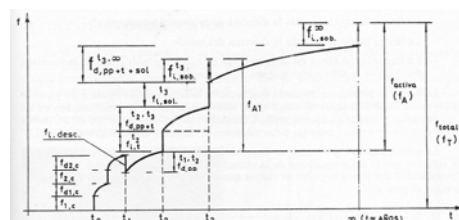
## ■ CALCULO NO LINEAL.

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

## ■ FLECHA ELASTICA INSTANTANEA.

## ■ FLECHA ACTIVA.

## ■ FLECHA TOTAL A PLAZO INFINITO.



( $t_0$  ES LA FECHA DE DESCIMBRADO, EN EL CASO DE CIMBRADO DE PLANTAS CONSECUTIVAS, LA DE DESCIMBRADO DE LA PLANTA MAS BAJA.  $t_1$  ES LA FECHA DE DESCIMBRADO TOTAL DEL FORJADO).

### NOTACION

$f_{1,c}$ , $f_{2,c}$	Flechas instantáneas durante el proceso de cimbrado (*).
$f_{01,c}$ , $f_{02,c}$	Flechas diferidas del cimbrado.
$f_{1,desc}$	Flecha instantánea del descimbrado.
$f_{1,pp}^{difer}$	Flecha diferida debido al peso propio desde el instante $t_1$ del descimbrado, hasta el $t_2$ de ejecución de la tabiquería.
$f_{1,tab}^{inst}$	Flecha instantánea producida al construir la tabiquería en el instante $t_2$ .
$f_{1,pp+sol}^{difer}$	Flecha diferida debida al peso propio y la tabiquería, desde la construcción de la tabiquería en el instante $t_2$ hasta la ejecución del solado en el instante $t_3$ .
$f_{1,tab}^{inst}$	Flecha instantánea producida al ejecutar el solado en el instante $t_3$ .
$f_{1,pp+sol+sol}^{difer}$	Flecha diferida debida al peso propio, la tabiquería y el solado, desde el instante $t_2$ del solado hasta tiempo infinito.
$f_{1,tab+sol}^{inst}$	Flecha instantánea debida a la sobrecarga de uso aplicada en el momento inmediato a la construcción del solado.
$f_{1,tab+sol}^{inst}$	Flecha instantánea debida a la sobrecarga de uso aplicada en el instante $t = \infty$ .

(\*) En la figura se supone cimbrado de dos plantas consecutivas.

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

- **NORMATIVA A EMPLEAR.**
- **CALCULO CON LOS DATOS DE PROYECTO.**
- **CALCULO CON LOS RESULTADOS DEL INFORME DE LABORATORIO.**
  - Resultados Semiprobabilistas
  - Resultados Deterministas

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

- **METODO SEMIPROBABILISTA**

$$VR = \frac{R_{ua} - R_{un}}{R_{un}} \cdot 100$$

- **METODO DETERMINISTA**

$$VR = \frac{R_{det,a} - R_{det,n}}{R_{det,n}} \cdot 100$$

$$C_{SD} = \frac{R_{det,n}}{S}$$

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

■ EVALUACION DE LA VARIACION DE LA CAPACIDAD RESISTENTE A LOS E.L.U.

■ EVALUACION DE LA VARIACION DE SITUACION FRENTE A LOS E.L.S.

- Fisuras
- Deformaciones (¿se han estabilizado?)
- Vibraciones

■ EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE DURABILIDAD.

- ESTUDIO DE LA INFORMACION DISPONIBLE
- ESTIMACION DE LAS ACCIONES
- CALCULO DE LAS SOLICITACIONES BAJO ACCIONES DE SERVICIO
- ESTUDIO DE LA DEFORMACION
- CALCULO DE LAS SOLICIT. DE ROTURA
- ESTIMACION DE LOS COEF. DE SEGURIDAD
- CRITERIOS DE ACEPTACION DEL COEF. DE SEGURIDAD

TABLA T-12.1  
RECOMENDACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL LIMITE DE REFUERZO (EXPRESADO EN PORCENTAJE DE REDUCCION DE LA CAPACIDAD RESISTENTE) (\*)

Tipo de Información		Semiprobabilista	Determinista
Valor de Base (%)		9	12
Revisión del cálculo estructural	Reducida (%)	0,3	0,4
	Completa (%)	1	1,3
Investigación de los materiales	Reducida (%)	0,3	0,4
	Intensa (%)	1	1,3
Revisión de la ejecución	Reducida (%)	0,2	0,3
	Intensa (%)	0,5	0,7
Importancia del fallo de la pieza en el conjunto de la estructura	Baja (%)	1,2	1,7
	Alta (%)	0,4	0,5
Probabilidad de ocurrencia de las acciones	Baja (%)	0,5	0,6
	Alta (%)	0,1	0,2
Seguridad a sobrecargas	Baja (%)	0,1	0,2
	Alta (%)	0,5	0,6
Capacidad de aviso	Ni fisuración ni deformaciones (%)	0	0
	Fisuración o deformaciones (%)	0,4	0,6
	Fisuraciones y deformaciones (%)	0,8	1,1
Colaboraciones fiables de partes no estructurales	Despreciable (%)	0	0
	Importante (%)	0,5	0,7
VALOR LIMITE TOTAL			

(\*) El valor límite se obtiene sumando al valor de base los de las restantes columnas que sean de aplicación.

## EJEMPLO 1. COMPROBACION DE UN FORJADO UNIDIRECCIONAL

En una rehabilitación de un edificio se plantea la posibilidad de mantener el forjado existente.



## EJEMPLO 1. COMPROBACION DE UN FORJADO UNIDIRECCIONAL

Nº DE TRABAJO:

PETICIONARIO:

OBRA:

### ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DE VIGUETA.

#### 1.- MATERIALES:

Con fecha 24 de Abril de 2001, personal de \_\_\_\_\_ toma una muestra de vigueta autoportante procedente de un forjado existente en la obra de \_\_\_\_\_. Las referencias de dicha muestra son:

R/L:  
TOMA DE MUESTRA: La toma de muestra la realiza el peticionario del trabajo.

#### 2.- TRABAJO REALIZADO:

##### 2.1.- Determinación de resistencia a flexión:

Para la realización del ensayo a flexión se procede a la aplicación de dos cargas puntuales iguales sobre la vigueta a ensayar, colocada en dirección horizontal y simplemente apoyada sobre dos caballetes.

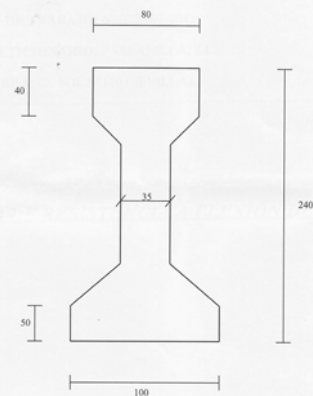
Cada una de las cargas se sitúa a un tercio de la luz libre entre apoyos. Ambas cargas son exactamente iguales y producidas por la acción de una bomba hidráulica colocada justamente en el centro de ambas.

Se consigue con esta disposición de geometría y carga la libertad de giros y desplazamiento en los apoyos.

La medida de la fuerza total ejercida en cada momento se realiza mediante una célula de carga colocada en el accionamiento y conectada a un transductor digital de los resultados, provisto de puesta a cero y memoria.

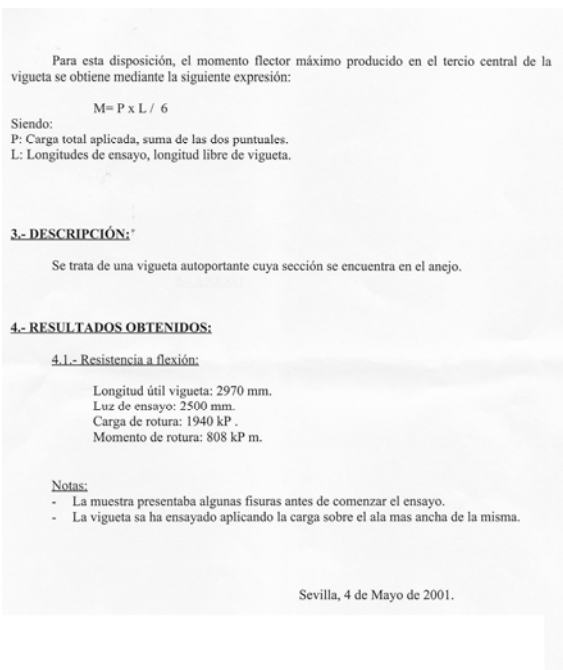
Se obtiene mediante este ensayo el valor del momento flector solicitante en el instante de rotura.

#### 5.1.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.



Cotas en milímetros

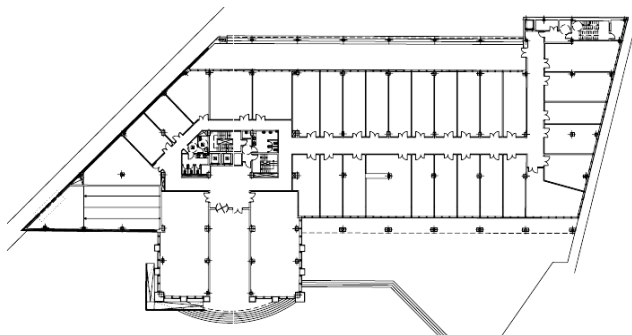
## EJEMPLO 1. COMPROBACION DE UN FORJADO UNIDIRECCIONAL



- Momento de servicio:  $M = 570 \text{ m}\cdot\text{Kp}$
- Momento de rotura tras ensayo de resistencia a flexión de la vigueta:  $M_u = 808 \text{ m}\cdot\text{Kp}$
- $C_s = M_u / M = 1.41$

## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR

- El edificio presenta síntomas de deformaciones excesivas y de una mala conservación.



## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR

- Las deformaciones permanentes que presentan los forjados en sus luces mayores, de dimensiones 8.40 y 9.30 m son altas.
- Presencia de fisuras en nervios de reticular, principalmente allí donde la flecha es máxima, como en esquinas de ábacos.
- Derivado del punto anterior, existen grietas en tabiquería distribuidas en arcos de descarga hacia los pilares, lo que evidencian fuertes desplazamientos. También hay paños, donde se presentan rotura de ladrillos huecos por descenso de forjados.
- Recubrimientos excesivos en vanos de forjado, así como, recubrimientos mínimos en forjados, sobre todo en nervios inferiores trabajando a tracción. También quedan al aire algunos estribos y armaduras longitudinales en nervios de borde de huecos y losas de escalera.
- Acumulación de agua de lluvia en forjados, distribuida en todas las plantas, normalmente acumulada en áreas donde la deformación es mayor, esta agua se filtra a través de los forjados, o bien, entra lateralmente hacia las zonas más próximas.
- Corrosiones de armaduras por falta de recubrimiento y por la humedad que presenta generalizada toda la estructura, habiendo casos localizados donde la oxidación ha conducido al agrietamiento del hormigón, o a pérdidas excesivas de sección en nervios por presencia de agua filtrada.
- Se han detectado fisuras longitudinales en algunas zonas de borde de la estructura lo que indica corrosión del acero situado en estas zonas, normalmente más expuestas a los agentes atmosféricos que el resto.
- Fisuración en cabeza de pilares localizados fundamentalmente en plantas altas.
- Fisuración en losa en encuentro con pilar.
- Fisuración en losas de escalera, por falta de recubrimiento o por corrosión
- Fisuración en arranque y entrega de escalera.

## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR



Fisuras horizontales en la zona inferior de las particiones, por deformación excesiva del suelo.

## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR



Fisuras horizontales en la zona inferior de las particiones, por deformación excesiva del techo.

## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR

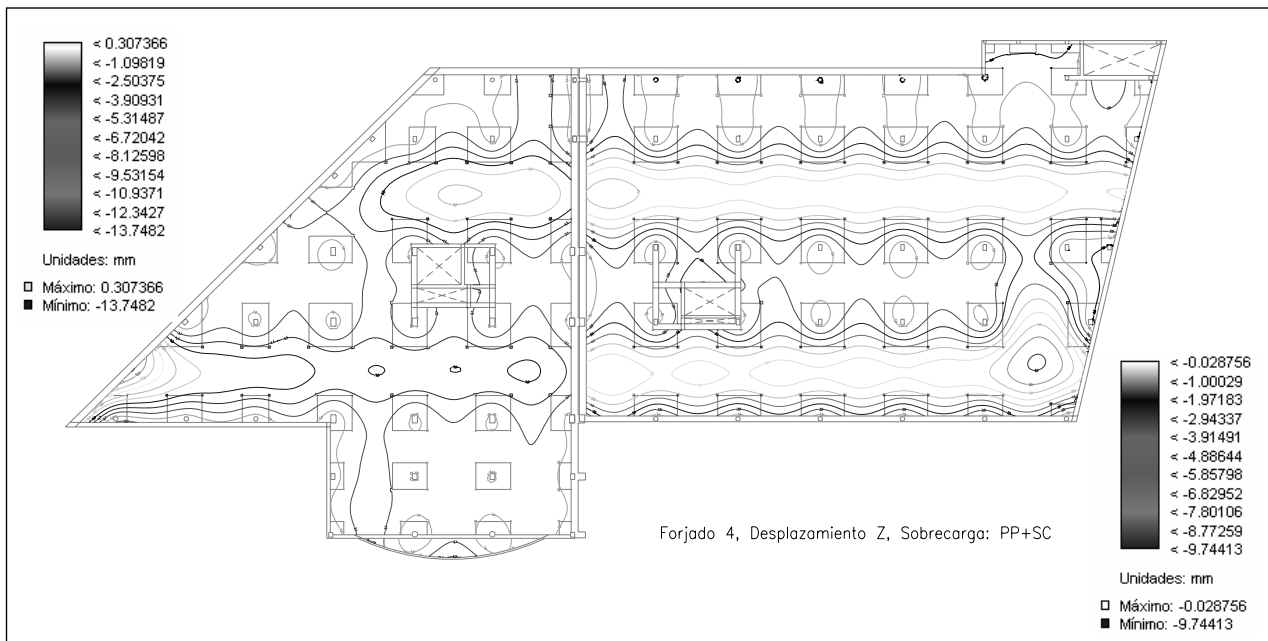


Fisuras en nervios de forjado, coincidentes con la zona de máximas deformaciones.





## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR

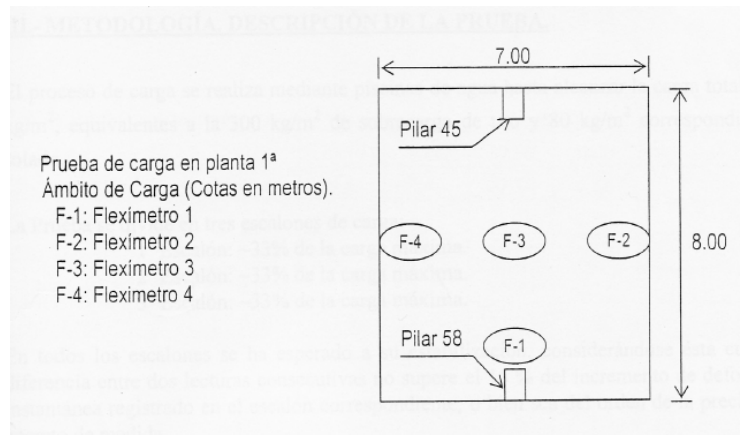


## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR



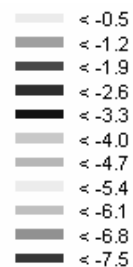
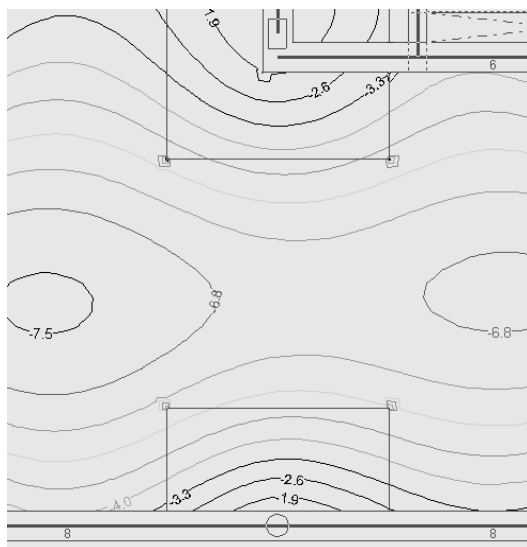
## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR CONTRASTE DE CALCULOS CON RESULTADOS DE PRUEBA DE CARGA

Carga Total Aplicada: 380 Kp/m<sup>2</sup>  
Tres escalones del 33% del total



PRUEBA 1	Flexímetro 1		Flexímetro 2		Flexímetro 3		Flexímetro 4	
Inicio	26.80	0.00	29.59	0.00	24.33	0.00	36.62	0.00
Escalón 1º	26.70	0.10	29.15	0.44	23.60	0.73	36.03	0.59
Escalón 2º	26.50	0.30	28.55	1.04	22.72	1.61	35.25	1.37
Escalón 3º	26.29	0.51	27.89	2.04	21.91	2.42	34.45	2.17
24 horas	26.29	<b>0.51</b>	27.80	<b>1.79</b>	21.71	<b>2.62</b>	34.40	<b>2.22</b>
Descarga	26.62	0.18	29.35	0.24	24.25	0.08	36.30	0.32

## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR CONTRASTE DE CALCULOS CON RESULTADOS DE PRUEBA DE CARGA



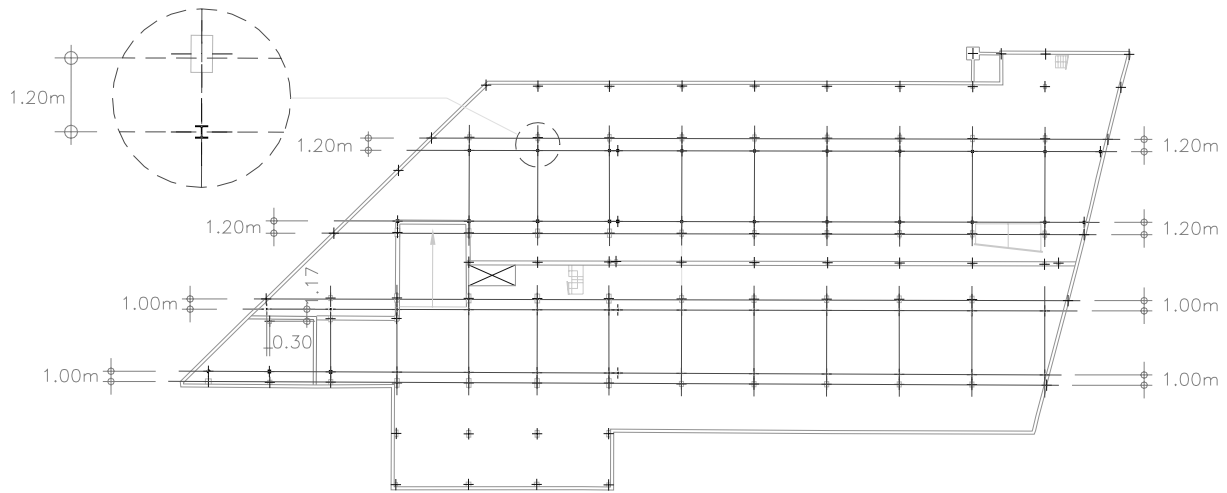
Unidades: mm  
Máximo: -0.4  
Mínimo: -7.6

Para el flexímetro 3: Flecha relativa = 6.8 mm – 0.4 mm = 6.4 mm

Carga aplicada 950 Kp/m<sup>2</sup>

Flecha del flexímetro 3 para 380 Kp/m<sup>2</sup> = 2.6 mm

## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR



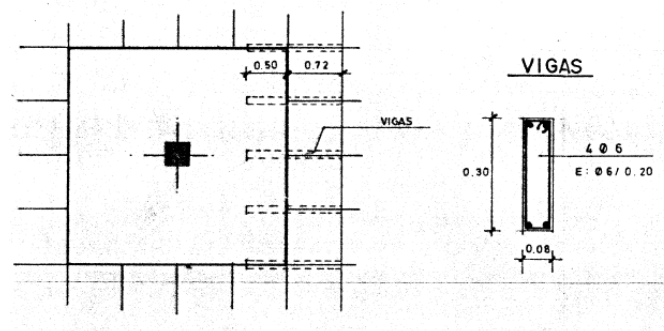
Propuesta de Refuerzo

## EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR

### VERIFICACION DE CORTANTE A LA SALIDA DE ABACOS

#### ESTRIBADO DE NERVIOS

TODOS LOS NERVIOS SEÑALADOS CON X SE ESTRIBARAN A LA SALIDA DEL ABACO SEGUN GRAFICO ADJUNTO.



Se usa la formulación de cortante de la EH-91

$$V_{cu}=21.8 \text{ KN}$$

$$V_{su}=33.7 \text{ KN}$$

$$V_u=V_{cu}+V_{su} =55 \text{ KN}$$

$$V_d= 35 \text{ KN}$$

EJEMPLO 2. COMPROBACIONES EN UN EDIFICIO CON F. RETICULAR  
VERIFICACION DE PUNZONAMIENTO

<b>PUNZONAMIENTO EN ÁBACOS DE FORJADO</b>						
<b>DIMENSIONES DEL PILAR</b>	<b>PILAR CENTRAL</b>		<b>PILAR DE BORDE</b>		<b>PILAR DE ESQUINA</b>	
	<b>EHE</b>	<b>EH-91</b>	<b>EHE</b>	<b>EH-91</b>	<b>EHE</b>	<b>EH-91</b>
30X30	705	920	356	385	186	215
30X40	725	1000	376	405	193	224
30X50	753	1090	400	420	204	232
35X60	795	1220	435	465	221	249
40X70	851	1350	461	510	238	266
40X80	865	1425	485	527	249	276
45X85	893	1510	503	566	261	289
Φ25	619	636	280	311	143	172
Φ35	659	775	307	385	161	190
Φ45	699	911	335	461	178	205