

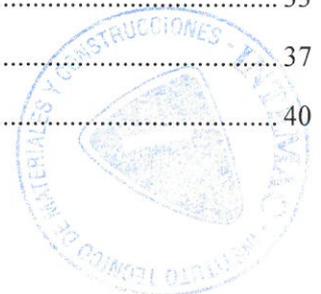
INFORME DE RESULTADOS DEL ESTUDIO  
REALIZADO SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LA  
ESTRUCTURA DEL SALÓN DE ACTOS DE LA  
UNIVERSIDAD LABORAL SITA EN LA AVENIDA  
PRÍNCIPE DE ASTURIAS Nº 53 DE ZAMORA

**Peticionario: JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN-CONSEJERÍA DE FOMENTO**  
**Dirección General de la Vivienda y Arquitectura**  
**C/ Rigoberto Cortejoso n º14**  
**47014 – VALLADOLID**



**ÍNDICE**

	<u>Pág. nº</u>
1. ANTECEDENTES .....	4
2. OBJETO DEL INFORME .....	5
3. DATOS PREVIOS PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	5
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA .....	5
3.2 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA FACILITADA .....	8
4. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	8
5. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE DAÑOS.....	10
5.1 RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE LAS FACHADAS DEL INMUEBLE..	11
5.2 RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DEL INTERIOR DEL INMUEBLE .....	13
6. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE CALAS EN ESTRUCTURA Y CALICATAS EN CIMENTACIÓN .....	15
6.1 METODOLOGÍA EMPLEADA .....	15
6.2 RESULTADOS OBTENIDOS .....	16
7. ENSAYOS DE CALIDAD DE MATERIALES .....	29
7.1 ENSAYOS SOBRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN.....	29
7.2 ENSAYOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL HORMIGÓN .....	31
7.3 EXTRACCIÓN DE MICROTESTIGOS EN SOPORTES.....	33
8. COMPROBACIONES DE CÁLCULO.....	33
9. CONCLUSIONES .....	37
10.RECOMENDACIONES .....	40



ANEJO Nº 1: RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE DAÑOS

ANEJO Nº 2: PLAN DE APERTURA DE CALAS EN LA ESTRUCTURA DEL SALÓN DE ACTOS DE LA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA

ANEJO Nº 3: RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE CALAS EN ESTRUCTURA Y RETIRADA DE ACABADOS

ANEJO Nº 4: INFORME SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL HORMIGÓN DE LOS PILARES DEL EDIFICIO QUE ALBERGA EL SALÓN DE ACTOS DE LA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA, FUTURO CENTRO DE CONGRESOS, FÉRIAS Y EXPOSICIONES.

ANEJO Nº 5: INFORME DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EFECTUADOS SOBRE CUATRO MUESTRAS DE HORMIGÓN ENDURECIDO EXTRAÍDAS EN PILARES DE LA ESTRUCTURA DEL SALÓN DE ACTOS DE LA ANTIGUA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA.

ANEJO Nº 6: COMPROBACIONES DE CÁLCULO



## **1. ANTECEDENTES**

La Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León solicitó al Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) el estudio de los condicionantes que plantea el estado actual de la estructura del Salón de Actos de la Universidad Laboral sita en Zamora, a la rehabilitación prevista.

Anteriormente, con objeto de tomar datos básicos para la elaboración de una propuesta de servicios técnicos con las actividades necesarias para dicho estudio, el día 9 de diciembre de 2008 D<sup>a</sup> Ana Isabel de la Fuente Gómez, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos del Área de Rehabilitación y Patología de la Construcción de INTEMAC, realizó una inspección preliminar de la estructura objeto de consulta. Tras el análisis de los resultados de dicha inspección preliminar, el Instituto emitió, con fecha 2009-02-06 y referencia PR/OC-08271/E, la propuesta de servicios técnicos con las actividades que considerábamos necesario realizar para el trabajo solicitado.

Una vez adjudicado el estudio, los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Área de Rehabilitación y Patología de la Construcción D<sup>a</sup> Laura Menéndez Martínez y D. Enrique Calderón Bello, Jefe de la Sección I de Estudios de Patología, procedieron el día 21 de abril de 2009 a la inspección detallada de los daños del edificio objeto de estudio.

Una vez analizamos los resultados de las inspecciones referidas anteriormente, INTEMAC emitió con fecha 29 de abril de 2009 y referencia EX/OC-09032/E el *PLAN DE APERTURA DE CALAS EN LA ESTRUCTURA DEL SALÓN DE ACTOS DE LA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA*, documento que se recoge como anejo nº 2 al presente Informe.

Posteriormente y una vez que el Peticionario nos informó de que disponía de los medios necesarios para la apertura de las calas, un equipo técnico del Instituto dirigido por la ya citada D<sup>a</sup> Laura Menéndez Martínez procedió entre los días 7 de mayo y 4 de junio de 2009 a la supervisión de los trabajos de apertura e inspección de las mismas. El alcance de

las calas realizadas estuvo condicionado en algunos puntos por las limitaciones que tuvo el Peticionario para disponer los medios auxiliares para realizarlas.

Cabe señalar que anteriormente, entre los días 4 y 5 de mayo de 2009, un equipo técnico del Instituto dirigido por D. José Juan Rozas Hernando, Jefe de la Sección de Ensayos Estructurales en obra, procedió a la toma de muestras de materiales de la obra para su posterior ensayo en el Laboratorio Central de INTEMAC, y a la realización de ensayos no destructivos sobre soportes de hormigón armado.

Seguidamente efectuamos el análisis de los resultados obtenidos en las actividades realizadas y las comprobaciones de gabinete, concluyendo los trabajos con la redacción del presente Informe.

## 2. OBJETO DEL INFORME

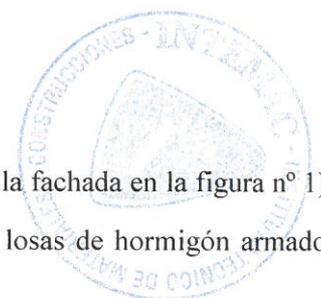
El objeto del presente Informe es exponer los resultados del estudio de los condicionantes que impone el estado actual de la estructura del Salón de Actos de la Universidad Laboral sita en la Avenida Príncipe de Asturias nº 53 de Zamora, a la rehabilitación prevista, así como establecer recomendaciones sobre las medidas de reparación y/o refuerzo que pudieran ser necesarias como consecuencia del estudio realizado.

Queda fuera del alcance del estudio el análisis de las condiciones de cimentación del inmueble.

## 3. DATOS PREVIOS PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA

La estructura del edificio en estudio (véase una fotografía de la fachada en la figura nº 1) está constituida en general por forjados unidireccionales y losas de hormigón armado



que apoyan en pórticos del mismo material, así como sobre muros portantes de mampostería ordinaria y en ocasiones sobre soportes de sillería de piedra. Cabe señalar que en algunas zonas existen también bóvedas de rasillas cerámicas como parte de la estructura horizontal del inmueble.



**Fachada principal del Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora**

**Figura nº 1**

La estructura de cubierta del Salón de Actos está constituida aparentemente por bóvedas de rasillas cerámicas que descansan sobre una estructura nervada de arcos de fábrica de ladrillo cerámico. Dichos arcos apoyan sobre soportes de hormigón armado de la estructura del edificio y sobre unas cerchas de hormigón armado existentes en la planta segunda del cuerpo principal del inmueble.

En las figuras nºs 2 y 3 mostramos unas vistas del interior del inmueble.





**Vista del escenario del Salón de Actos**

**Figura n° 2**



**Vista de la grada principal y Cúpula del Salón de Actos**

**Figura n° 3**





### 3.2 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA FACILITADA

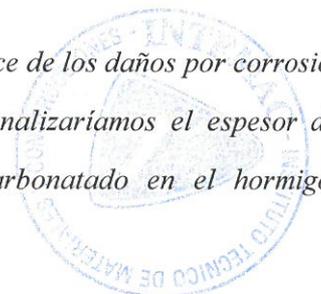
El Peticionario ha facilitado al Instituto copia digital de planos de la distribución actual de las distintas plantas del inmueble.

## 4. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Las actividades que consideramos necesarias para el estudio solicitado, y que se recogían en la propuesta de servicios técnicos de referencia PR/OC-08271/E y fecha 2009-02-06, fueron las siguientes:

- a) *Revisión de la documentación técnica existente sobre el edificio objeto de consulta (Proyecto, datos sobre el Control de Materiales y Ejecución que eventualmente pudieran existir, estudios previos, etc.).*
- b) *Inspección, por un equipo técnico del Área de Rehabilitación y Patología de la Construcción, de todas las dependencias accesibles del inmueble, con objeto de identificar aquellos síntomas que sean indicativos de un anómalo comportamiento estructural del inmueble o de su cimentación.*
- c) *Redacción de un plan de apertura de calas y calicatas de inspección para verificar la adecuación de la estructura realmente ejecutada a las especificaciones de la documentación técnica existente, así como para tomar aquellos datos no suficientemente definidos en dicha documentación y que sean necesarios para la realización del estudio.*

*Así mismo, dichas calas servirían para analizar el alcance de los daños por corrosión existentes en la estructura de hormigón. Para ello, analizaríamos el espesor del hormigón de recubrimiento, el avance del frente carbonatado en el hormigón*



*mediante la aplicación de fenofaleína diluida, la pérdida de sección resistente de las armaduras mediante su cepillado manual con cepillo de púas, etc.*

*Complementariamente, estaría previsto realizar taladros en la fábrica de ladrillo para analizar su configuración mediante el empleo de boroscopio.*

*Un Técnico Titulado supervisará la apertura de una cala de cada tipo.*

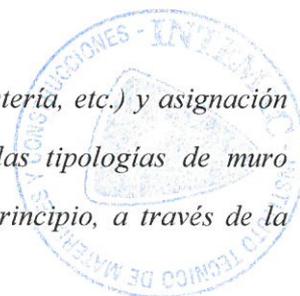
d) *Inspección, por un equipo técnico de INTEMAC, de los taladros, calas y calicatas practicadas.*

e) *Estudio de la calidad del hormigón de la estructura, mediante la realización de una campaña mixta de ensayos no destructivos sobre 15 pilares en cabeza, pie y fuste (medida del índice de rebote superficial y medida de la velocidad de propagación de impulso ultrasónico), y ensayos destructivos (extracción y posterior rotura a compresión de probetas testigo de hormigón endurecido) extraídas de 9 de los 15 pilares sobre los que se realicen los ensayos no destructivos. Mediante el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos en los ensayos destructivos y no destructivos, se establecería una triple correlación para la asignación de resistencias estimadas en los puntos de realización de ensayos no destructivos.*

*Además, sobre dichas probetas testigo estaría prevista la realización de los siguientes ensayos:*

- *Análisis de porosidad y densidad.*
- *Determinación del contenido de cemento.*

f) *Clasificación del tipo de fabrica detectado (ladrillo, mampostería, etc.) y asignación de resistencias de cálculo estimadas para cada una de las tipologías de muro observadas. Dicha resistencia de cálculo se asignará, en principio, a través de la*



*caracterización geométrica de dichos muros, mediante la clasificación visual establecida y la bibliografía existente al respecto.*

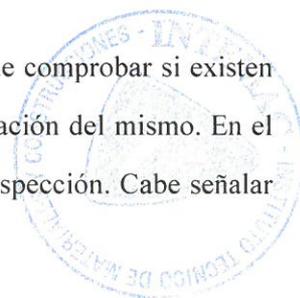
*Cabe señalar que, a tenor de los resultados obtenidos en las comprobaciones de cálculo indicadas en el punto g), podría resultar necesario proceder al estudio de la calidad de los materiales constituyentes de alguna de las distintas tipologías de muro existentes, con objeto de tratar de asignar una resistencia mayor a la establecida con la caracterización visual. Dicho estudio se llevaría a cabo mediante la extracción y posterior rotura a compresión de una muestra representativa de algunos paños de fábrica de 1 m de altura por 0,5 m de ancho.*

*Dicho procedimiento, a realizarse, estaría siempre condicionado por la naturaleza de los distintos materiales y tipologías de muro existentes pudiendo en algún caso resultar inviable su ejecución.*

- g) Comprobaciones de cálculo sobre los elementos muestreados en el plan de investigación de estructura.*
- h) Análisis de las tipologías de las actuaciones de reparación y/o refuerzo que sean necesarias.*
- i) Análisis de la situación frente a fuego, de acuerdo con el CTE.*
- j) Emisión de un Informe de resultados de las actividades realizadas.*

## **5. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE DAÑOS**

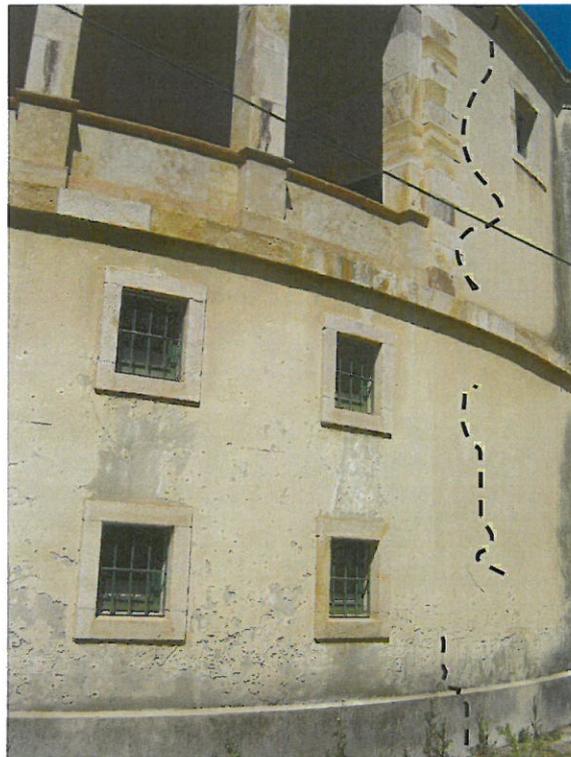
Hemos realizado una inspección detallada del edificio con objeto de comprobar si existen síntomas de un anómalo comportamiento de la estructura o cimentación del mismo. En el anejo nº 1 recogemos de forma detallada los resultados de dicha inspección. Cabe señalar



que no hemos detectado síntomas como los citados; tan sólo algunas anomalías aisladas que responden principalmente a las siguientes tipologías:

### 5.1 RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE LAS FACHADAS DEL INMUEBLE

- a) Fisuras de trazado vertical en acabados de muro de fachada (véase la figura nº 4).

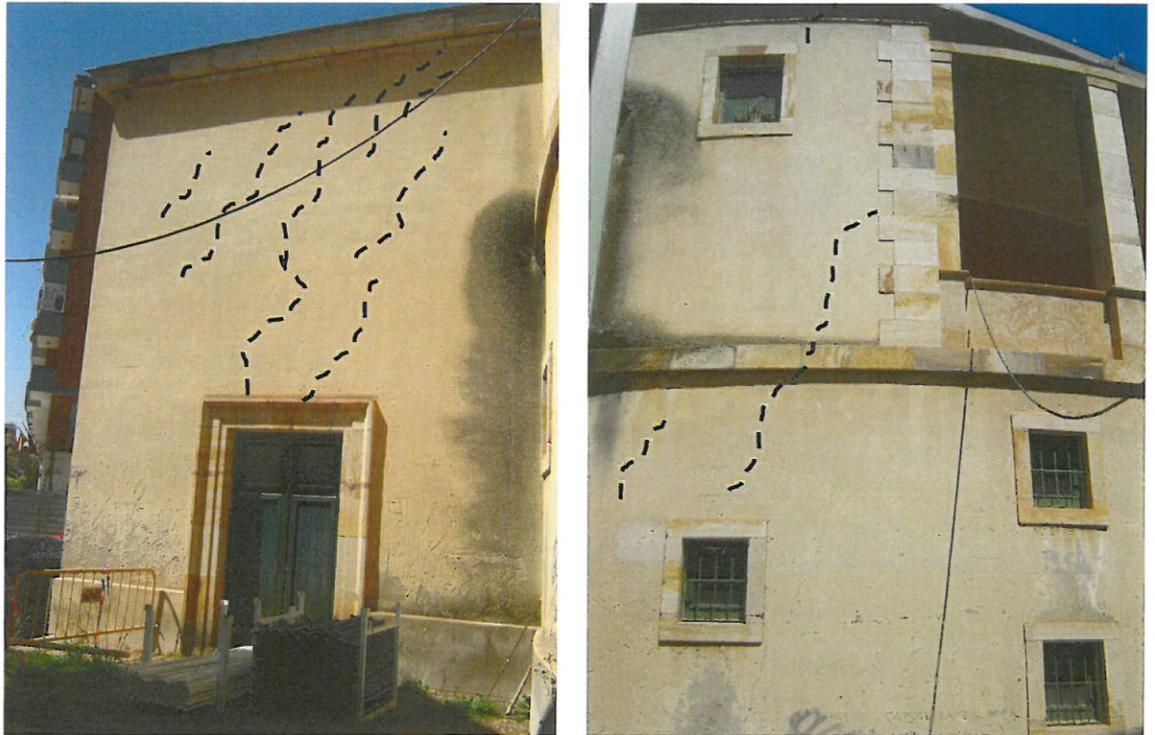


**Fisuras de trazado vertical en la fachada principal**

**Figura nº 4**

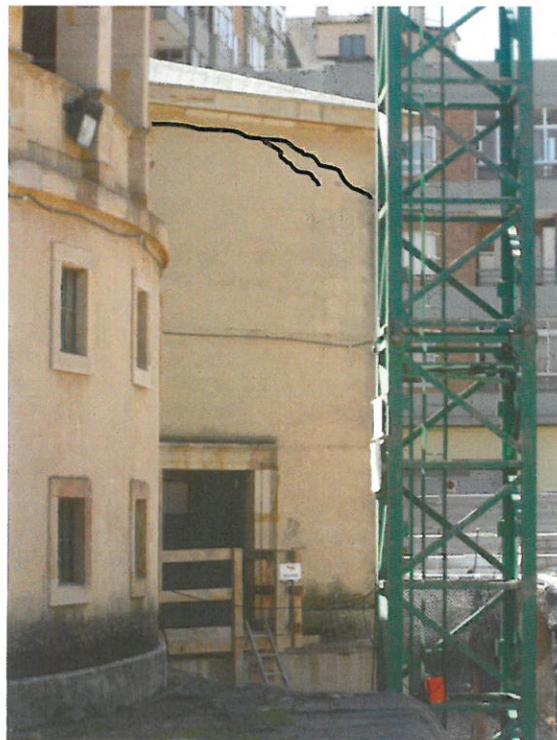
- b) Fisuras de trazado sensiblemente inclinado en una zona localizada de la fachada del inmueble próxima a la excavación realizada adyacente al inmueble (véase la figura nº 5).
- c) Fisuras de trazado horizontal y sensiblemente inclinadas en muros de fachada, próximas a la cubierta (véase la figura nº 6).





**Fisuras de trazado inclinado en las fachadas del inmueble**

**Figura n° 5**



**Fisuras próximas a la cubierta del edificio**

**Figura n° 6**



5.2 RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DEL INTERIOR DEL INMUEBLE

a) Humedades puntuales en varias localizaciones del edificio (véase la figura nº 7).



**Humedades en el interior del inmueble**

**Figura nº 7**

Asociada a las humedades, hemos observado corrosión en las armaduras de algunos elementos de hormigón del inmueble (véase la figura nº 8), habiéndose producido en algunos puntos el desprendimiento del recubrimiento de dichas armaduras.



**Daños por corrosión en estructura horizontal en zonas húmedas**

**Figura nº 8**

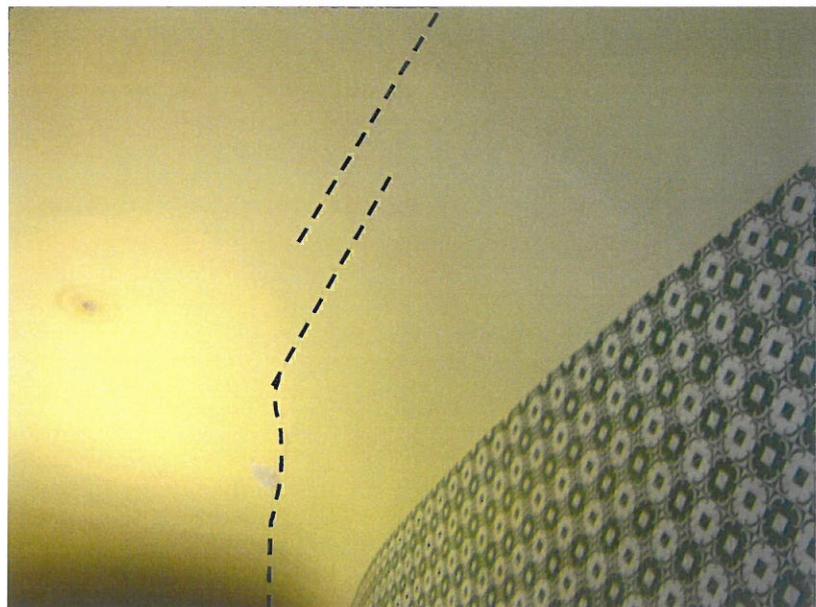
- b) Fisuras de trazado vertical en la cara interior del muro de cerramiento del inmueble (véase la figura nº 9).



**Fisuras de trazado vertical en la cara interior del cerramiento en planta primera**

**Figura nº 9**

- c) Fisuras puntuales en acabados de bóvedas<sup>1</sup> (véase la figura nº 10).



**Fisuras en acabados de bóvedas**

**Figura nº 10**

<sup>1</sup> En este caso las bóvedas referidas sólo se corresponden con un falso techo.

## 6. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE CALAS EN ESTRUCTURA Y CALICATAS EN CIMENTACIÓN

Con objeto de caracterizar la estructura del inmueble y tomar otros datos básicos para la realización del estudio, con fecha 2009-04-29 y referencia EX/OC-09032/E emitimos el *PLAN DE APERTURA DE CALAS EN LA ESTRUCTURA DEL SALÓN DE ACTOS DE LA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA*, en el que exponíamos la localización y tipología de las calas en estructura y las calicatas en cimentación previstas en el edificio. Dicho documento se recoge como anejo nº 2 al presente Informe.

Tal y como se indicó en el primer apartado, los trabajos de apertura e inspección de calas y calicatas fueron realizadas entre los días 7 de mayo y 4 de junio de 2009.

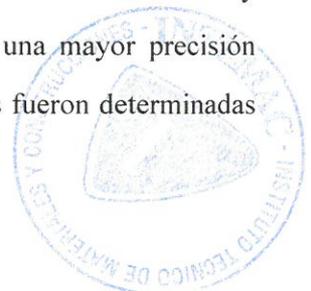
En el anejo nº 3 recogemos de forma detallada los resultados obtenidos en la inspección de calas en estructura y calicatas en cimentación del edificio. La localización definitiva de las calas y calicatas inspeccionadas se recoge en el mismo anejo.

A continuación exponemos de forma resumida la metodología empleada y los resultados obtenidos en dicha inspección.

### 6.1 METODOLOGÍA EMPLEADA

Hemos determinado las características geométricas y características estructurales de una muestra suficientemente representativa de los elementos que componen la estructura y cimentación del inmueble objeto de estudio.

Las medidas fueron tomadas con cinta métrica graduada en milímetros y distanciómetro, excepto en los casos en los que era requerida una mayor precisión (diámetros de armaduras, por ejemplo), en cuyo caso las medidas fueron determinadas con *pie de rey* de 0,1 mm de apreciación.



## 6.2 RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación exponemos los aspectos más significativos observados en la inspección de las calas:

- a) En todas las calas realizadas en elementos de hormigón armado hemos observado que las armaduras empleadas son de *acero liso*.
  
- b) Las vigas de hormigón armado presentan diferentes escuadrías. Los diámetros de la armadura empleada oscilan entre 12 y 24 mm para la longitudinal y de entre 5 y 7 mm para los estribos. Los recubrimientos de dichas armaduras son de entre 5 mm y 10 mm para la armadura de *positivos*, y entre 70 y 90 mm para la armadura de *negativos*. Cabe señalar que algunas de las barras armaduras de positivos doblan en las proximidades de los apoyos para pasar a formar parte de la armadura de *negativos*.

De la aplicación de fenoftaleína diluida en el hormigón se deduce que el frente de carbonatación ha alcanzando en general la posición de la armadura. Se observa, en los casos donde los recubrimientos son reducidos, leve oxidación de la armadura, si bien no se observa pérdida de sección apreciable de éstas.

En las figuras n<sup>os</sup> 11 y 12 mostramos alguna de las calas realizadas en vigas.

=====

=====

=====





Calas para descubrir la armadura de *positivos* de las vigas

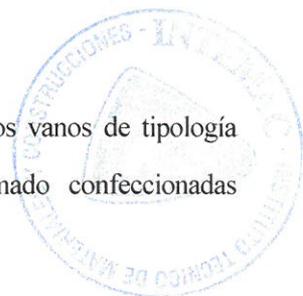
Figura nº 11



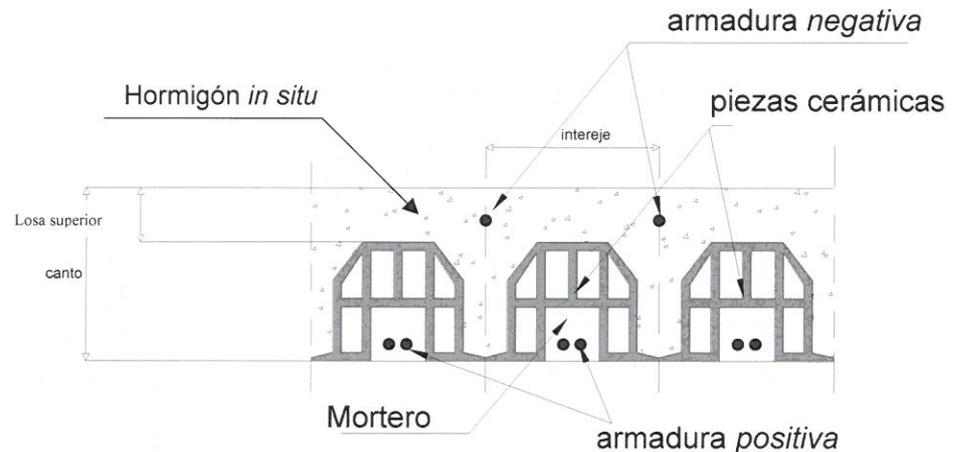
Calas para descubrir la armadura de *negativos* de las vigas

Figura nº 12

- c) De los forjados unidireccionales de hormigón existentes, hay varios vanos de tipología estructural “singular”, formados por viguetas de hormigón armado confeccionadas



empleando como encofrado perdido unas piezas cerámicas, las cuales finalmente cumplen una misión resistente al quedar envueltas por el hormigón *in situ*. En la figura nº 13 mostramos un croquis de la configuración del forjado.



**Croquis de la sección tipo de forjado unidireccional con piezas cerámicas**

**Figura nº 13**

El canto de este forjado es de unos 150 mm, y el espesor de la losa superior es de entre 20 y 50 mm, con un intereje entre nervios de forjado de entre 135 y 160 mm. El ancho de dichos nervios es de 80 mm.

Los diámetros empleados para la armadura longitudinal oscilan entre 8 y 16 mm y los recubrimientos geométricos detectados son de entre 5 y 10 mm.

En las zonas donde existen humedades y se detectan problemas por corrosión (fundamentalmente, en techo de planta sótano) la armadura de *positivos* presenta de forma generalizada un avanzado estado de oxidación, llegando a pérdidas de sección del 65%. Los recubrimientos en las zonas más afectadas son de entre 5 y 10 mm y en algunos casos nulos.

En las figuras nº 14 y 15 mostramos algunas de las calas realizadas en estos forjados.





Calas para descubrir la armadura de *positivos* de los forjados singulares

Figura nº 14



Calas para descubrir la armadura de *negativos* de los forjados singulares

Figura nº 15

En una de las calas para descubrir la armadura de *negativos* de esta tipología de forjados, en el suelo de planta baja, se observó un recrecido significativo en el solado del mismo (de hasta 80 mm), así como defectos de ejecución del forjado,



consistentes en la ausencia de la armadura de *negativos* detectada en el resto de las calas en vanos análogos, en apoyos con continuidad.

En la figura n° 16 mostramos las calas realizada en este forjado.



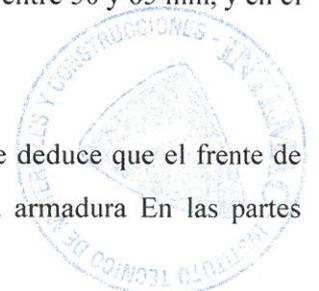
**Calas para descubrir la armadura de *negativos* de los forjados “singulares”, donde se observa el recreado del solado y la ausencia de *negativos***

**Figura n° 16**

- d) La otra tipología de forjados unidireccionales detectada tiene nervios hormigonados *in situ* y entrevigado de ladrillos cerámicos huecos dobles. En la planta sótano y primera los forjados tienen en general 160 mm de canto, y 180 mm de canto en planta baja. El entreje entre nervios de forjado es de entre 320 mm y 360 mm. El ancho de dichos nervios es de entre 60 y 80 mm.

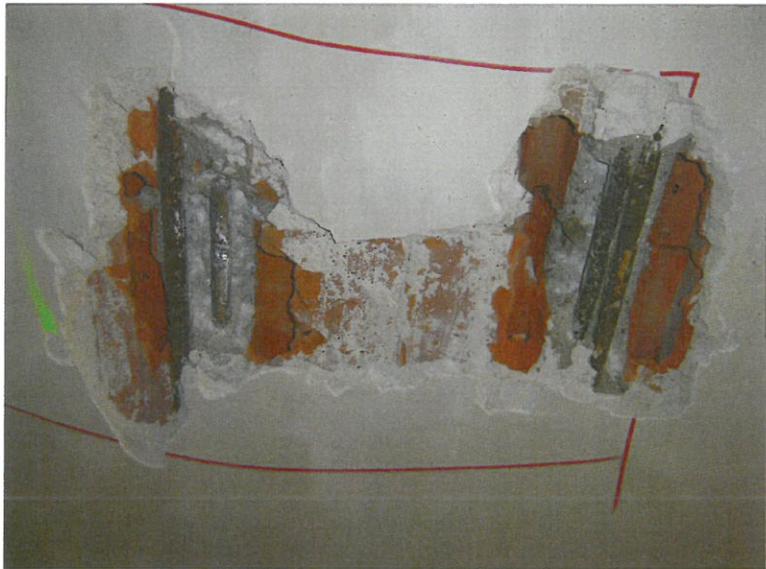
Los diámetros de las armaduras empleadas son de entre 11 y 17 mm. El recubrimiento geométrico de la *armadura de negativos* está comprendido entre 50 y 65 mm, y en el caso de la *armadura de positivos* es de entre 10 y 25 mm.

De la aplicación de fenofaleína diluida en el hormigón se deduce que el frente de carbonatación ha alcanzado en general la posición de la armadura. En las partes



donde se detecta oxidación no se observa pérdida de sección apreciable en las armaduras.

En las figuras n° 17 y 18 mostramos vistas de algunas de las calas realizadas en estos forjados.



Calas para descubrir la armadura de *positivos* de los forjados *in situ*

Figura n° 17



Calas para descubrir la armadura de *negativos* de los forjados *in situ*

Figura n° 18

En las calas practicadas en los palcos laterales del Salón de Actos, si bien se trata de forjados unidireccionales *in situ*, hemos detectado que el canto de estos forjados es muy superior a los casos anteriores, según los datos recogidos en la inspección de calas. En el caso del vano interior del palco se trata de una losa maciza unidireccional, mientras que en el voladizo se dispone como aligeramiento ladrillos huecos dobles. En este último caso, el intereje entre nervios de forjado es de 340 mm. El ancho de dichos nervios es de 90 mm. Cabe destacar los elevados recubrimientos geométricos detectados para la armadura *negativa* de los voladizos, que son de unos 150 mm.

En las figuras n<sup>os</sup> 19 y 20 mostramos vistas de algunas de las calas realizadas en estos forjados.



Calas para descubrir la armadura de *positivos* de los forjados *in situ*

Figura n<sup>o</sup> 19





Calas para descubrir la armadura de *negativos* de los forjados *in situ*

Figura n° 20

- e) En cuanto a las losas macizas existentes en el inmueble, hemos caracterizado la losa del escenario y la de la grada principal del Salón de Actos.

La losa del escenario tiene un canto de 180 mm. En la cala realizada para descubrir la armadura de *negativos* hemos detectado dos familias de armaduras, con direcciones diferentes, tal y como se muestra en la figura n° 21.

Los diámetros de las barras de esta losa oscilan entre 9 y 12 mm, con unos recubrimientos geométricos de entre 5 e 10 mm para los *positivos*, y de unos 80 mm para los *negativos*.

De la aplicación de fenoftaleína diluida en el hormigón se deduce que el frente de carbonatación ha alcanzado la posición de las armaduras observándose puntualmente leve oxidación superficial de las armaduras.

En la figura n° 21 mostramos vistas de alguna de las calas realizadas en esta losa.





**Calas realizadas en la losa de escenario**

**Figura n° 21**

La losa de la grada principal tiene un canto variable de 300 a 140 mm, desde el arranque hasta el extremo del voladizo. En la cala para descubrir la armadura de *negativos* hemos detectado elevados recubrimientos geométricos, de hasta 150 mm.

En la figura n° 22 mostramos vistas de algunas de las calas realizadas en esta losa.



**Calas realizadas en la losa de la grada principal**

**Figura n° 22**



- f) De las calas realizadas en la bóveda de techo de planta baja se deduce un espesor de la misma de 120 mm, formado por dos rasillas de 40 mm de canto. La luz de la bóveda es de aproximadamente 6,60 m y su *flecha* en la clave es de 1 m.

En las figuras n°s 23 y 24 mostramos las calas realizadas en la bóveda.



**Calas realizadas en la bóveda de techo de planta baja**

**Figura n° 23**



**Taladro realizado en la bóveda**

**Figura n° 24**



Sobre la bóveda se dispone una serie de tabiques palomeros entre 740 y 800 mm, sobre los que se disponen el solado.

- g) En relación con la configuración de los muros portantes, éstos son de mampostería ordinaria tomada con mortero de cemento, con espesores de entre 600 y 900 mm.

En algunos casos se observaron, fundamentalmente en huecos, pequeños machones de fábrica de ladrillo a modo de remate de huecos.

En la figura n° 25 mostramos vistas de algunas de las calas realizadas en muros.



**Calas en muros**

**Figura n° 25**

- h) Los pilares de hormigón armado son en general de sección rectangular con escuadrías variables. En los palcos laterales del Salón de Actos existen pilares octogonales de 80 mm de lado.

Los diámetros de las barras son de entre 8<sup>2</sup> y 20 mm para la armadura longitudinal, y de entre 5 y 7 mm para los cercos, con recubrimientos geométricos comprendidos entre 20 y 60 mm.

De la aplicación de fenofaleína diluida en el hormigón se deduce que el frente de carbonatación ha alcanzado en muchos casos la posición de la armadura. En general no hemos observado problema de corrosión asociados, salvo puntualmente leve oxidación superficial.

En la figura n° 26 mostramos una de las calas realizadas en pilares.



**Calas para descubrir la armadura de pilares**

**Figura n° 26**

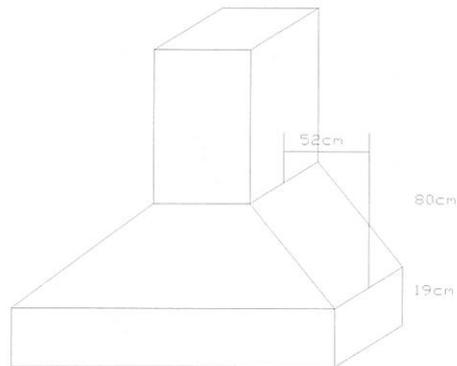
Hacemos notar que en las calas realizadas en pilares hemos detectado tamaños de árido muy elevados, incluso superiores a 50 mm de diámetro.

---

<sup>2</sup> Este diámetro se corresponde con el observado para la armadura longitudinal de los pilares de sección octogonal, en planta primera, antes referidos. Cabe señalar que dicho diámetro es poco habitual como armadura longitudinal de soportes.

Como se indica en el apartado siguiente, para poder caracterizar el tipo de material empleado en otros soportes del inmueble, aparentemente de piedra, procedimos a la extracción de microtestigos. En el apartado siguiente se comentan los resultados obtenidos.

Como complemento a las calas en estructura propiamente dicha hemos procedido a la inspección de una calicata en cimentación de un soporte, con objeto de tomar datos que pudieran ser necesarios de cara a la rehabilitación prevista (por ejemplo, si se dedujese necesario el refuerzo de soportes). La cimentación es directa, mediante zapatas aisladas, que en el caso del soporte muestreado presenta unas dimensiones en planta de 400 x 400 mm, con el detalle de transición soporte-zapata en forma troncocónica que se muestra en la figura n° 28 (véase en dicha figura una vista de la calicata realizada).



**Calicata para descubrir la cimentación de pilares de hormigón**

**Figura n° 28**



## 7. ENSAYOS DE CALIDAD DE MATERIALES

### 7.1 ENSAYOS SOBRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN

Con objeto de caracterizar mecánicamente el hormigón de la estructura portante desde el punto de vista de su resistencia a compresión, un equipo técnico del Instituto, dirigido por el ya citado D. José Juan Rozas Hernando, procedió los días 4 y 5 de mayo de 2009 a la extracción de nueve probetas testigo de hormigón endurecido de los pilares del edificio. Las probetas testigo fueron posteriormente ensayadas a rotura a compresión simple en el Laboratorio Central de INTEMAC sito en Torrejón de Ardoz (Madrid).

En los puntos de extracción de probetas testigo y en otros seis adicionales pilares hemos realizado además medidas de propagación del impulso ultrasónico ( $V_p$ ) y del rebote esclerométrico ( $I_r$ ) en cabeza, pie y fuste, con objeto de realizar la triple correlación *resistencia a compresión simple en probeta - velocidad de propagación del impulso ultrasónico - rebote esclerométrico*. Cabe señalar que los resultados de índice de rebote esclerométrico no han permitido establecer una triple correlación adecuada, por lo que para poder asignar resistencias individuales ha sido necesario prescindir de los resultados del esclerómetro y estudiar una regresión entre la velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos ( $V_p$ ) y la resistencia a compresión ( $f_c$ ) de las probetas testigo. El coeficiente de esta correlación es 0,965 y el ajuste puede calificarse de “muy bueno”.

En el anejo nº 4 recogemos de forma detallada la metodología empleada en la extracción y en los ensayos, la correlación establecida y los resultados de los mismos.

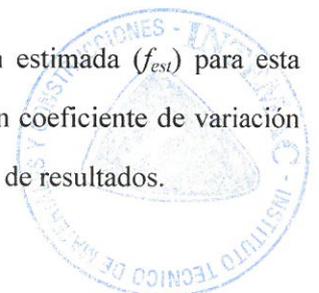
A continuación, a modo de resumen, exponemos en la tabla nº 1 los resultados obtenidos en los ensayos:



**TABLA N° 1: RESISTENCIAS ASIGNADAS**

ZONA DE ENSAYO			VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS ( km / s )	$f_c$ probable ( MPa )		$f_c$ minima probable ( MPa )		OBSERVACIONES
PLANTA	PILAR N°	ZONA						
PLANTA SÓTANO	P-1	Superior	4,54	33,0	28,9	29,9	26,4	$f_{c \text{ testigo}} = 31,3 \text{ Mpa}$
		Central	4,39	28,9		26,4		
		Inferior	4,57	34,0		30,7		
	S-1	Superior	4,16	23,5	23,5	21,8	21,8	
		Central	4,26	25,8		23,8		
		Inferior	4,48	31,5		28,6		
PLANTA BAJA	P-2	Superior	-	-	19,9	-	18,6	$f_{c \text{ testigo}} = 19,0 \text{ Mpa}$
		Central	3,99	19,9		18,6		
		Inferior	-	-		-		
	P-3	Superior	3,74	15,3	15,3	14,3	14,3	
		Central	4,17	23,7		22,0		
		Inferior	4,05	21,0		19,6		
	P-4	Superior	-	-	7,6	-	5,9	
		Central	3,27	9,0		7,4		
		Inferior	3,13	7,6		5,9		
	S-3	Superior	3,21	8,4	8,4	6,7	6,7	
		Central	3,25	8,8		7,2		
		Inferior	3,29	9,2		7,7		
	S-4	Superior	3,88	17,7	17,4	16,7	16,4	
		Central	3,86	17,4		16,4		
		Inferior	3,89	18,0		16,9		
PLANTA INTERMEDIA	S-2	Superior	3,46	11,2	11,2	10,0	9,9	
		Central	3,45	11,2		9,9		
		Inferior	3,63	13,6		12,5		
PLANTA 1ª	P-5	Superior	3,73	15,2	10,9	14,2	9,5	$f_{c \text{ testigo}} = 10,6 \text{ Mpa}$
		Central	3,43	11,0		9,6		
		Inferior	3,43	10,9		9,5		
	P-6	Superior	3,34	9,8	9,8	8,4	8,4	
		Central	3,55	12,5		11,4		
		Inferior	3,88	17,7		16,6		
	P-7	Superior	3,62	13,4	13,4	12,3	12,3	
		Central	3,78	16,0		15,0		
		Inferior	3,97	19,5		18,3		
	S-5	Superior	-	-	20,5	-	19,2	
		Central	4,02	20,5		19,2		
		Inferior	4,17	23,6		21,9		
PLANTA 2ª	P-8	Superior	3,38	10,3	9,1	8,9	7,6	$f_{c \text{ testigo}} = 10,6 \text{ Mpa}$
		Central	3,28	9,1		7,6		
		Inferior	3,65	13,9		12,9		
	P-9	Superior	3,60	13,2	13,2	12,1	12,1	
		Central	3,61	13,3		12,2		
		Inferior	3,95	19,1		17,9		
	S-6	Superior	4,18	23,8	21,5	22,1	20,0	
		Central	4,29	26,4		24,4		
		Inferior	4,07	21,5		20,0		

Por todo lo anterior, se deduce que la resistencia del hormigón estimada ( $f_{est}$ ) para esta población es de 4,6 MPa, para un nivel de confianza del 95% y un coeficiente de variación de 0,42. Dicho coeficiente de variación nos indica la alta dispersión de resultados.



7.2 ENSAYOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL HORMIGÓN

Sobre cuatro de los testigos extraídos – muestras T2, T3, T4 y T9, ver tabla nº 2 – se procedió a la realización de los siguientes ensayos:

- Porosidad accesible al agua, absorción de agua y densidad aparente.
- Contenido en cemento y composición ponderal y volumétrica del hormigón.

En el anejo nº 5 recogemos con detalle la metodología empleada y los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

A continuación, a modo de resumen, exponemos en la tabla nº 2 los resultados obtenidos en los ensayos:

=====

=====

=====



**TABLA Nº 2: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICOS DEL HORMIGÓN**

DESIGNACIÓN MUESTRA	T-2 "Pilar P-8, planta 2 <sup>a</sup> "	T-3 "Pilar P-6, planta 1 <sup>a</sup> "	T-4 "Pilar P-7, planta 1 <sup>a</sup> "	T-9 "Pilar P-1, sótano 1"
Porosidad accesible al agua (%) .....	10,7 <sup>(*)</sup>	17,8	17,9	12,0 <sup>(*)</sup>
Absorción de agua (%) .....	4,55 <sup>(*)</sup>	8,28	8,30	5,26 <sup>(*)</sup>
Peso unitario (kg/dm <sup>3</sup> ) .....	2,35 <sup>(*)</sup>	2,15	2,16	2,27 <sup>(*)</sup>
Densidad aparente (kg/dm <sup>3</sup> ) .....	2,63	2,62	2,63	2,58
Contenido de cemento (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(**)</sup> .....	170	210	125	200

(\*) Los fragmentos analizados de las muestras T-2 y T-9 presentaban una proporción elevada de árido grueso con tamaño máximo superior a 50 mm, de lo cual se deduce que los resultados de absorción, porosidad y peso unitario puedan haber resultado alterados por esta circunstancia.

(\*\*) Se ha supuesto que en la fabricación del hormigón hubiera sido empleado un cemento portland sin adiciones: tipo P-350 o P-450 (CEM I actual), con un contenido del 75 % de silicatos cálcicos. El árido grueso extraído de las cuatro muestras analizadas presentaba un tamaño máximo superior a 50 mm, lo cual puede afectar a la representatividad de los resultados de composición volumétrica (del hormigón analizado respecto al del elemento muestreado), debido a la reducida fracción ponderal del material objeto de análisis ( $\approx 1,5$  kg).



### 7.3 EXTRACCIÓN DE MICROTESTIGOS EN SOPORTES

Paralelamente a la extracción de las probetas de hormigón endurecido de los pilares del inmueble, se procedió a la extracción de muestras, en forma de microtestigos de 50 mm de diámetro, en cuatro soportes que planteaban incertidumbres en cuanto a su constitución, con objeto de analizar visualmente el tipo de material empleado y la configuración interior de estos soportes.

En los tres soportes en los que se preveía que estuviesen constituidos por piedra (de naturaleza granítica o arenisca, según el caso), se confirmó este aspecto, así como que se trataba de soportes macizos.

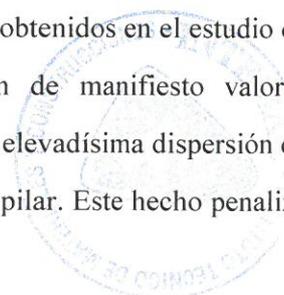
En el caso del pilar circular del escenario, se comprobó por este procedimiento que se trata de un pilar de hormigón armado, revestido de fábrica de ladrillo.

En el anejo n° 4 recogemos fotografías de las muestras extraídas.

## 8. COMPROBACIONES DE CÁLCULO

Con objeto de analizar las condiciones de seguridad de la estructura, hemos realizado unas comprobaciones de cálculo sobre los elementos muestreados en el plan de investigación en dicha estructura.

Como ya hemos indicado en apartados anteriores, los resultados obtenidos en el estudio de la calidad del hormigón de los pilares del edificio ponen de manifiesto valores anormalmente bajos en la resistencia del hormigón así como una elevadísima dispersión de resultados, incluso a lo largo de la altura de un mismo tramo de pilar. Este hecho penaliza



notablemente la determinación por métodos estadísticos de la resistencia estimada ( $f_{est}$ ) para el total de la población, cuyo valor es de 4,6 MPa. Por lo tanto, resulta en opinión del Instituto, necesario proceder al refuerzo de la estructura portante del inmueble en estudio. Como alternativa, se podría proceder a un estudio determinista, pilar a pilar, para determinar en que tramos no será necesario reforzar, si bien desaconsejamos esta opción debido a los anómalos resultados de resistencia obtenidos (de por sí, con los resultados ya obtenidos, un elevado número de pilares deberían ser reforzados), además de por la necesidad de ampliar la campaña de calas y de ensayos no destructivos a todos los tramos de pilar del edificio.

Cabe señalar que en las comprobaciones realizadas en los distintos elementos de la estructura horizontal hemos considerado una resistencia del hormigón de 10 MPa, valor en nuestra opinión suficientemente representativo de los elementos que la conforman<sup>3</sup>.

En el anejo n° 6 a este Informe recogemos de forma detallada las hipótesis adoptadas y las comprobaciones de cálculo realizadas.

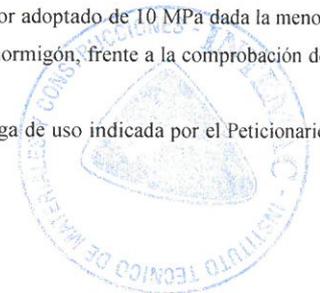
A continuación exponemos, a modo de resumen, los resultados más significativos obtenidos en dichas comprobaciones<sup>4</sup>:

- a) Hemos realizado comprobaciones de seguridad a flexión y corte de las vigas, obteniendo resultados correctos.
- b) Hemos realizado comprobaciones de cálculo de los forjados “singulares” frente a los estados límite últimos de flexión y cortante. Los coeficientes parciales de seguridad

---

<sup>3</sup> En la inspección de las calas en la estructura horizontal se observa un hormigón de diferente calidad al observado en la estructura portante del inmueble, fundamentalmente por el tamaño de árido dispuesto. Además, en las comprobaciones realizadas sobre la estructura horizontal resulta suficientemente representativo al valor adoptado de 10 MPa dada la menor repercusión que tiene en dichas comprobaciones (flexión y corte) la resistencia del hormigón, frente a la comprobación de elementos portantes.

<sup>4</sup> Hacemos notar que en las comprobaciones realizadas se ha considerado la sobrecarga de uso indicada por el Peticionario (5 kN/m<sup>2</sup>).



obtenidos en las comprobaciones realizadas son correctos para los vanos de luces de hasta 4,70 m, asumiendo una adecuada transmisión de esfuerzos entre hormigón y armaduras a lo largo de los nervios a través de las piezas cerámicas (esfuerzos rasantes).

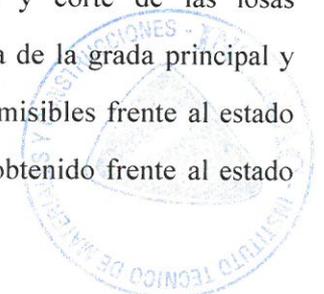
En las comprobaciones realizadas en vanos de mayor luz hemos obtenido coeficientes de seguridad técnicamente no admisibles frente a los estados límite últimos de flexión y corte. En algún caso se han sumado otros factores detectados en las calas, como errores en la ejecución de los forjados –ausencia de armadura de negativos– y aumento de la carga muerta del solado por recrecidos.

En todo caso, y tal como se indicó en la carta de referencia EX/OC-09032/E y fecha 2009-06-08, para considerar correcto el procedimiento de cálculo empleado para esta tipología de forjados, la citada transmisión de esfuerzos entre hormigón y armaduras a través de las piezas cerámicas y el efecto sobre la resistencia a corte de dicha transmisión sólo pueden ser validados, en nuestra opinión, mediante pruebas de carga hasta rotura.

- c) Hemos realizado comprobaciones de seguridad a flexión y corte de los forjados unidireccionales hormigonados *in situ* obteniendo resultados correctos en general en aquellos vanos de luces pequeñas, del orden de los 3 m.

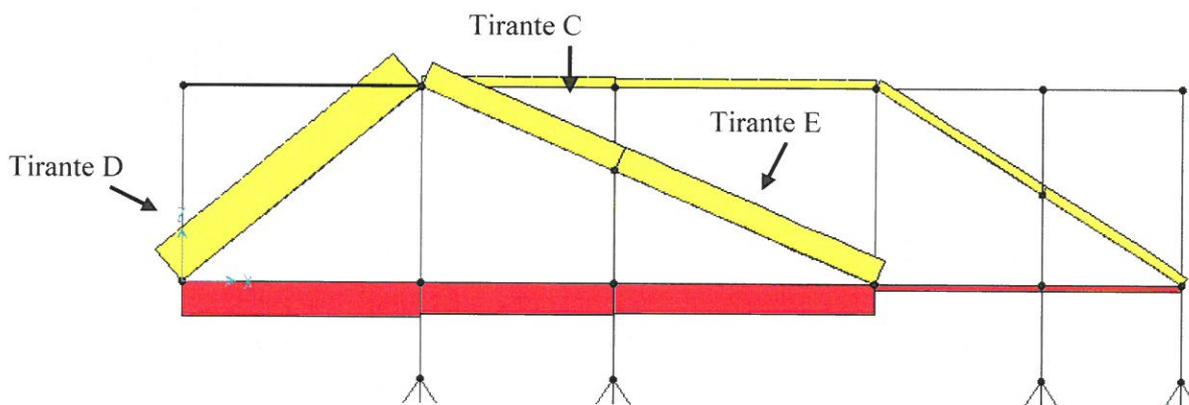
En las comprobaciones realizadas en vanos de mayor luz hemos obtenido coeficientes de seguridad técnicamente no admisibles frente a los estados límite últimos de flexión, e incluso en algunos vanos frente a esfuerzos de corte.

- d) Hemos realizado comprobaciones de seguridad a flexión y corte de las losas muestreadas en el Plan de Investigación de la estructura (losa de la grada principal y losa del escenario) obteniendo resultados técnicamente no admisibles frente al estado límite último de flexión, si bien el coeficiente de seguridad obtenido frente al estado límite último de corte resulta correcto en todos los casos.



- e) En las comprobaciones de cálculo realizadas en las bóvedas muestreadas hemos obtenido tensiones de cálculo solicitantes suficientemente inferiores a la resistencia asignada a la fábrica, y por lo tanto técnicamente admisibles.
- f) Hemos realizado un análisis de las condiciones de seguridad de algunos de los elementos traccionados de una de las cerchas de hormigón armado de la planta segunda. Para la estimación de los esfuerzos sobre los distintos elementos estructurales, hemos realizado una estimación de los esfuerzos en la cercha por medio de una modelización preliminar del conjunto de misma mediante el programa informático de elementos finitos SAP2000<sup>5</sup>. La precisión del modelo se ha ajustado a la de la información obtenida sobre la configuración estructural de la cúpula, que impide mayores refinamientos<sup>6</sup>, si bien en nuestra opinión las hipótesis adoptadas son conservadoras.

En todos los casos hemos obtenido resultados correctos. En la figura n° 29 mostramos una vista general del modelo.



Axiles en los tirantes de la cercha (KN)

Figura n° 29

<sup>5</sup> SAP 2000®: Structural Analysis Program.

<sup>6</sup> A parte de las incertidumbres sobre la configuración de la propia cercha que resultan irresolubles con los puntos realizados.

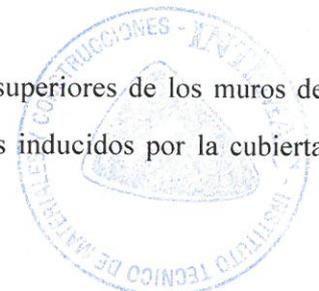
- g) Hemos obtenido resultados técnicamente admisibles en las comprobaciones realizadas en los muros de fachada del inmueble frente a esfuerzos de flexocompresión.
- h) Las tensiones de cálculo obtenidas para los soportes de piedra del inmueble resultan netamente inferiores a la resistencia asignable a dichos elementos.

Dado que no hemos observado indicios de un anómalo comportamiento de la estructura de la cubierta del Salón de Actos (cúpula central), y puesto que en la rehabilitación prevista no se van a modificar las cargas que han actuado históricamente sobre la misma, no hemos estimado oportuno verificar las condiciones de seguridad de dicha cubierta.

## 9. CONCLUSIONES

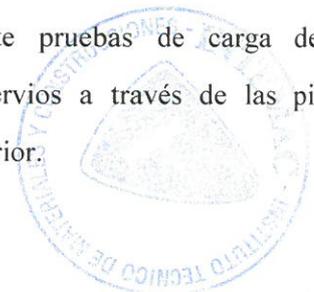
Con base en los aspectos referidos en los apartados anteriores, formulamos las siguientes conclusiones:

- a) En general no hemos observado daños indicativos de un anómalo comportamiento de la estructura y cimentación del inmueble. Únicamente hemos observado algunos daños puntuales, cuyo origen más probable se describe a continuación.
- Las fisuras observadas en las fachadas del inmueble, y en particular con aquellas fisuras próximas a la excavación, de trazado sensiblemente inclinado, son compatibles con el comportamiento reológico de los muros, potenciadas por la diferencia de carga existente entre los diferentes muros portantes. No obstante, alguna de estas fisuras también son compatibles con los movimientos de los paños de cubierta referidos a continuación.
  - Las fisuras sensiblemente horizontales en los tramos superiores de los muros de fachada tienen su origen más probable en los empujes inducidos por la cubierta sobre los propios muros.



Estos daños carecen de trascendencia estructural alguna.

- En el interior del inmueble hemos observado daños por corrosión en la estructura de hormigón donde puntualmente existen condiciones desfavorables de humedad. La trascendencia de estos daños se analiza más adelante.
- b) Del análisis de las condiciones de seguridad de la estructura de acuerdo con los datos tomados en las calas realizadas, ensayos de materiales efectuados, y considerando la sobrecarga de uso indicada por el Peticionario (5 kN/m<sup>2</sup>), se deducen los siguientes aspectos:
- Los resultados tan anormalmente bajos de resistencia del hormigón obtenidos en los ensayos, y sobre todo, la gran dispersión de resultados, incluso para un mismo tramo de soporte a lo largo de su estructura, hacen necesario en nuestra opinión el refuerzo generalizado de la estructura portante de hormigón armado del inmueble. Como alternativa, se podría proceder a un estudio determinista, pilar a pilar, para determinar en que tramos no será necesario reforzar, si bien desaconsejamos esta opción debido a los anómalos resultados de resistencia obtenidos (de por sí, con los resultados ya obtenidos, un elevado número de pilares deberían ser reforzados), además de por la necesidad de ampliar la campaña de calas y de ensayos no destructivos a todos los tramos de pilar del edificio (e incluso a varios puntos en un mismo pilar, ante la posibilidad de que exista más de una amasada en el fuste y/o variaciones relevantes de la calidad del hormigón en altura).
  - En cuanto al resto de la estructura, se obtienen coeficientes de seguridad técnicamente admisibles salvo para los siguientes elementos:
    - Forjados “singulares” de luz igual o superior a 4,70 m. Para luces menores queda pendiente la validación experimental mediante pruebas de carga de la transmisión de esfuerzos a lo largo de los nervios a través de las piezas cerámicas, según lo indicado en el apartado 8 anterior.



- Forjados unidireccionales *in situ* de luz superior a 3 m.
- Losas de escenario y voladizo de grada principal. En el caso de la losa de escenario, antes de proceder a su refuerzo, podría realizarse una investigación exhaustiva de sus esquemas de armado mediante la apertura de calas complementaria a las realizadas, que permitan obtener una mayor información aunque esto resultaría extraordinariamente complejo.

Hacemos notar que en nuestra opinión la estructura presenta unos criterios de diseño adecuados, si bien las bajas de resistencia del hormigón, los defectos de ejecución, y la consideración de una sobrecarga de uso muy probablemente superior a la considerada en el diseño de la estructura, supone que muchos elementos deban ser reforzados, como se ha expuesto anteriormente, de cara a la rehabilitación prevista.

- c) En relación con las condiciones de durabilidad de la estructura del hormigón, cabe señalar que, con carácter general, el frente carbonatado ha alcanzado la posición de las armaduras, lo que se traduce en que dichas armaduras se encuentran desprotegidas frente a condiciones desfavorables de humedad. Este aspecto lo corroboran los ensayos físico-químicos realizados, puesto que se obtienen valores muy elevados de porosidad y bajo contenido en cemento de las muestras (lo justifica los reducidos valores de resistencia obtenidos, así como unas deficientes condiciones de durabilidad y, en particular, el importante avance del frente carbonatado).

Si bien en general no hemos observado daños por corrosión significativos, los puntos donde las condiciones de humedad son desfavorables (techos de sótanos, zancas de escalera en sótano y cuartos húmedos) sí se han producido daños relevantes. Este es el caso de algunos nervios de forjado en techo de sótano, o armadura de losas de escalera, donde la pérdida de sección de las barras resulta en la realidad técnicamente no admisible (con pérdidas hasta del 65%).



Por lo tanto, para garantizar unas adecuadas condiciones de durabilidad de la estructura del hormigón es necesario dotar a la estructura de una protección superficial para minimizar el paso de humedad, así como reparar las zonas actualmente dañadas.

- d) Los reducidos recubrimientos que presenta la estructura horizontal del inmueble<sup>7</sup> en cara inferior hacen que ésta, por sí sola, no cumpla los requisitos exigidos de seguridad en caso de incendio por el CTE. Por ello, se hace necesario adoptar una protección generalizada en cara inferior para garantizar unas adecuadas condiciones frente a *fuego*.

## 10. RECOMENDACIONES

Con base en los aspectos referidos en los apartados anteriores, sería necesario realizar las siguientes actuaciones en la estructura objeto de estudio:

1. Refuerzo de la totalidad de los soportes de hormigón armado del inmueble, en todos su tramos.

Si bien este refuerzo podría ser tanto mediante encamisado de hormigón como mediante angulares empresillados metálicos, dado el tipo de refuerzo recomendado para la estructura horizontal, resultaría preferible acometer también una solución mediante perfiles metálicos empresillados.

El dimensionamiento del refuerzo deberá ser realizado para soportar la totalidad de las cargas de diseño, sin contar con colaboración alguna de la estructura portante existente.

2. Refuerzo de los elementos de la estructura horizontal referidos en el apartado anterior.

---

<sup>7</sup> En el caso de la estructura portante, huelga realizar el análisis de la situación frente a *fuego*, puesto que ésta debe ser reforzada en su totalidad.



Para ello, en nuestra opinión resulta recomendable disponer bajo la estructura horizontal un emparrillado de perfiles metálicos que apoye sobre el refuerzo de los pilares.

En el caso de los forjados unidireccionales, dicho emparrillado podría dimensionarse a modo de *parteluces* de tal manera de que se siga contando con parte de la capacidad de la estructura de hormigón armado existente.

Para el dimensionamiento de los emparrillados y *parteluces* se tendrán en cuenta tanto las condiciones de seguridad como las condiciones de rigidez del refuerzo necesarias para que éste sea eficaz<sup>8</sup>.

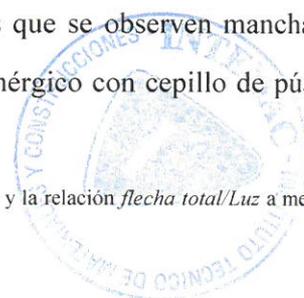
3. Reparación de los elementos de hormigón armado que presentan daños por corrosión.

Dicha reparación deberá llevarse a cabo en aquellos elementos de la estructura de hormigón donde se observen daños localizados por oxidación y/o corrosión, desconchones, fisuras o *nidos de grava*. Se procederá a realizar picado superficial del espesor de hormigón de recubrimiento de las armaduras hasta alcanzar la posición de éstas. Para ello se podrá emplear el picado manual mediante martillos eléctricos de bajo poder de demolición. Descubiertas las armaduras, se retirará el hormigón que las rodea si presentan indicios de corrosión, garantizando además que no quedan fragmentos de hormigón no firmemente adheridos al elemento a recomponer, tratando de conseguir que la superficie sea de árido fracturado y no de árido desprendido. Estas operaciones deberán realizarse por fases, bajo la dirección de un Técnico competente, para que la estructura no quede debilitada.

Terminadas las labores de saneado en los casos en los que se observen manchas de corrosión en las armaduras, se procederá al cepillado enérgico con cepillo de púas de

---

<sup>8</sup> Recomendamos limitar para ello la relación *flecha activa/Luz* a menos de 1/500, y la relación *flecha total/Luz* a menos de 1/1000.



alambre del óxido de las barras. Deberá prestarse especial cuidado en no disminuir durante las operaciones de saneamiento la sección resistente en más de un 10 % de la sección inicial sin aprobación previa de un Técnico competente en la materia. En el caso de que esto ocurriera, o que eventualmente se detectaran barras corroídas con una pérdida de la sección nominal superior a dicho 10 %, deberá analizarse la necesidad de reparar la armadura afectada o bien reforzar los vanos afectados. En estos casos el Instituto podrá prestar asistencia técnica para el desarrollo de la solución más adecuada.

Una vez limpias las armaduras mediante un lavado de agua dulce a baja presión, y tras el secado superficial y eliminación del polvo residual, se protegerán inmediatamente después con resina activa básica mediante dos capas de pintado de su superficie, y también se impregnará con la misma resina la superficie del hormigón sano en al menos 2 cm en torno a las armaduras y a las zonas en que éstas penetran en el hormigón.

A continuación de las operaciones anteriores se dispondrá una resina de adherencia en el hormigón a sanear. Seguidamente, y antes de que endurezca la resina, se procederá a reponer los recubrimientos mediante la aplicación del producto SIKADUR® 41 MORTERO o de características similares, siguiendo para ello las indicaciones del fabricante.

4. Protección general de toda la cara inferior de la estructura de hormigón (vigas, forjados y losas, incluso aquellas en las que no se haya realizado reparaciones puntuales) mediante la aplicación de un producto tipo SIKAGARD® 550 Elastocolor ES o de características similares, con objeto de mejorar las condiciones de durabilidad de la misma y que además mejoren las condiciones de impermeabilidad.
5. Disposición de una protección general frente a *fuego* de la estructura existente así como de los refuerzos dispuestos.



Este documento consta de cuarenta y tres páginas numeradas y selladas, y seis anejos.

Madrid, 17 de julio de 2009

SECCIÓN I DE ESTUDIOS DE  
PATOLOGÍA



Fdo. Laura Menéndez Martínez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL JEFE DE LA SECCIÓN I DE  
ESTUDIOS DE PATOLOGÍA



Fdo. Enrique Calderón Bello

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL DIRECTOR DEL ÁREA DE  
REHABILITACIÓN Y PATOLOGÍA



Fdo. Raúl Rubén Rodríguez Escribano

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

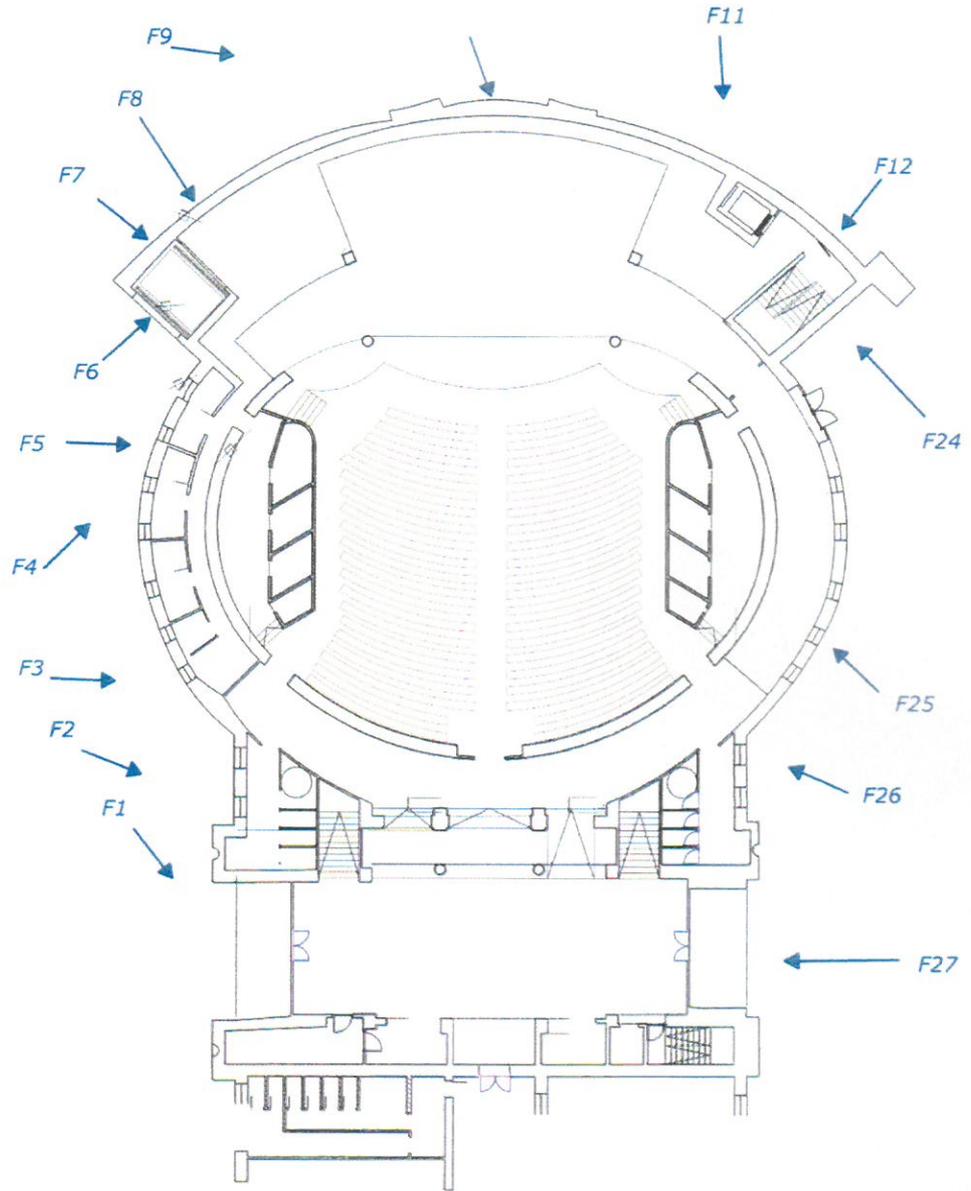
HOJA Nº 1 DE 88

**ANEJO Nº 1: RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE DAÑOS**



## **2.1 DAÑOS EN FACHADAS DEL INMUEBLE**

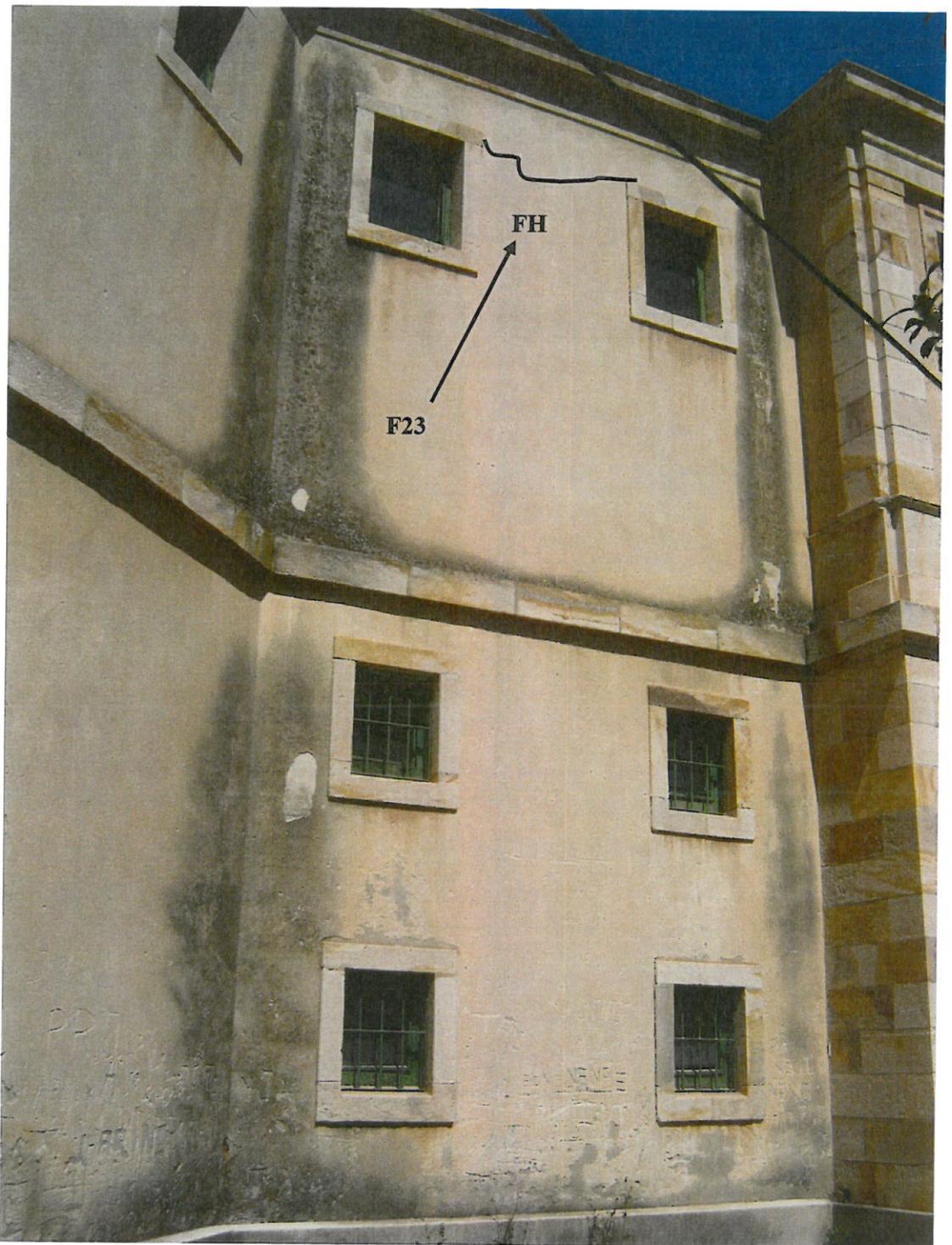
### **2.1.1 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE DAÑOS**



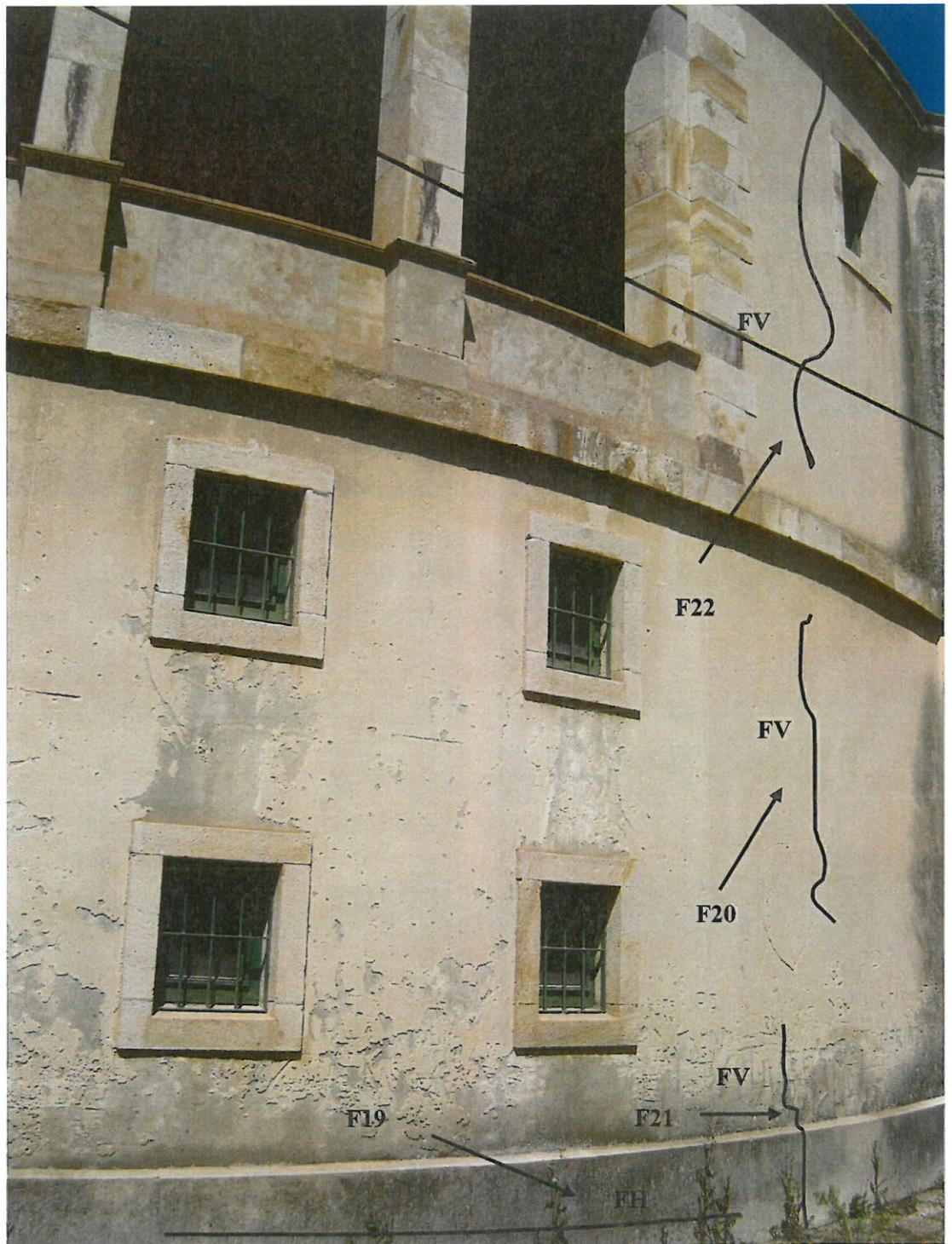
**TEATRO PaBa**



**F1**



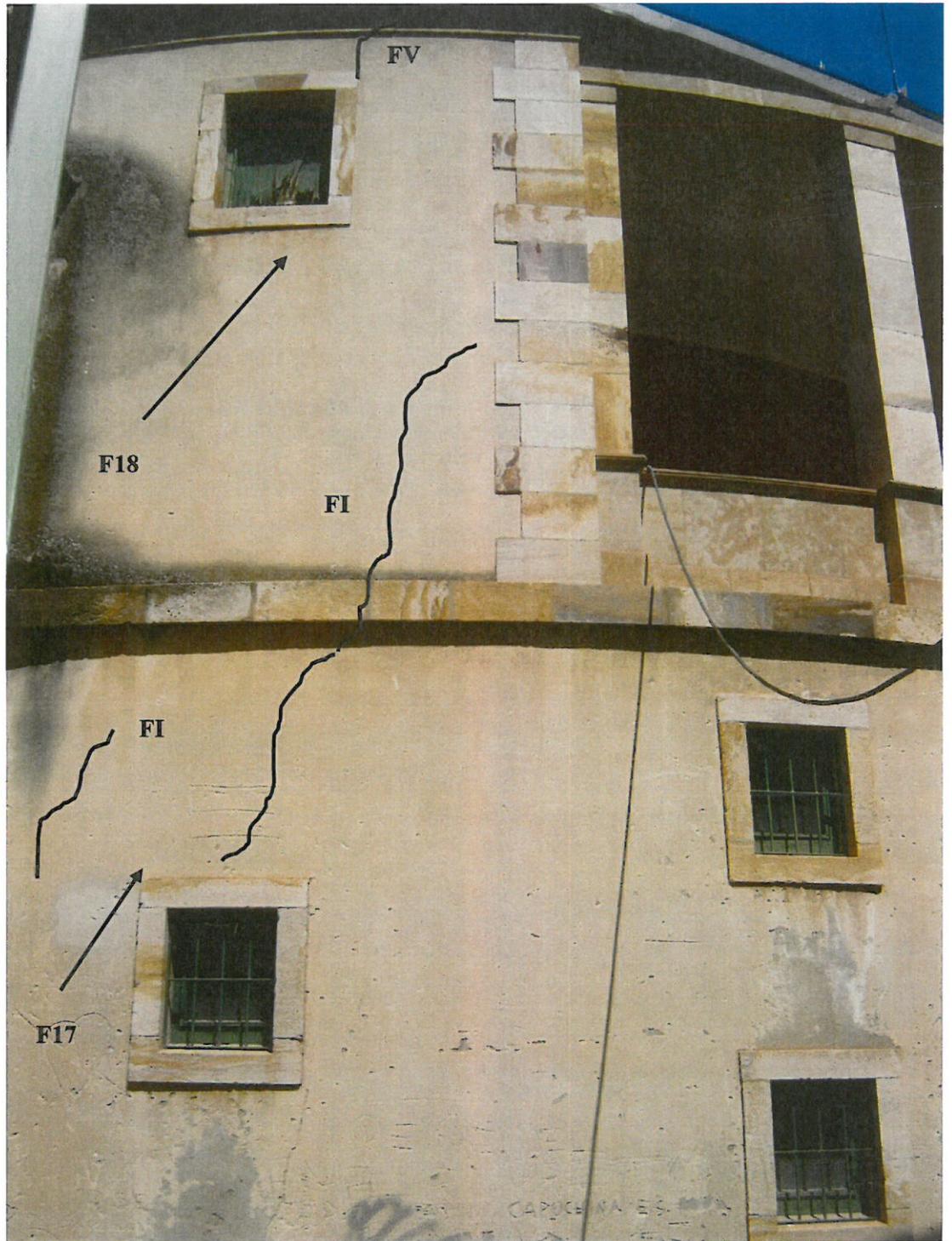
**F2**



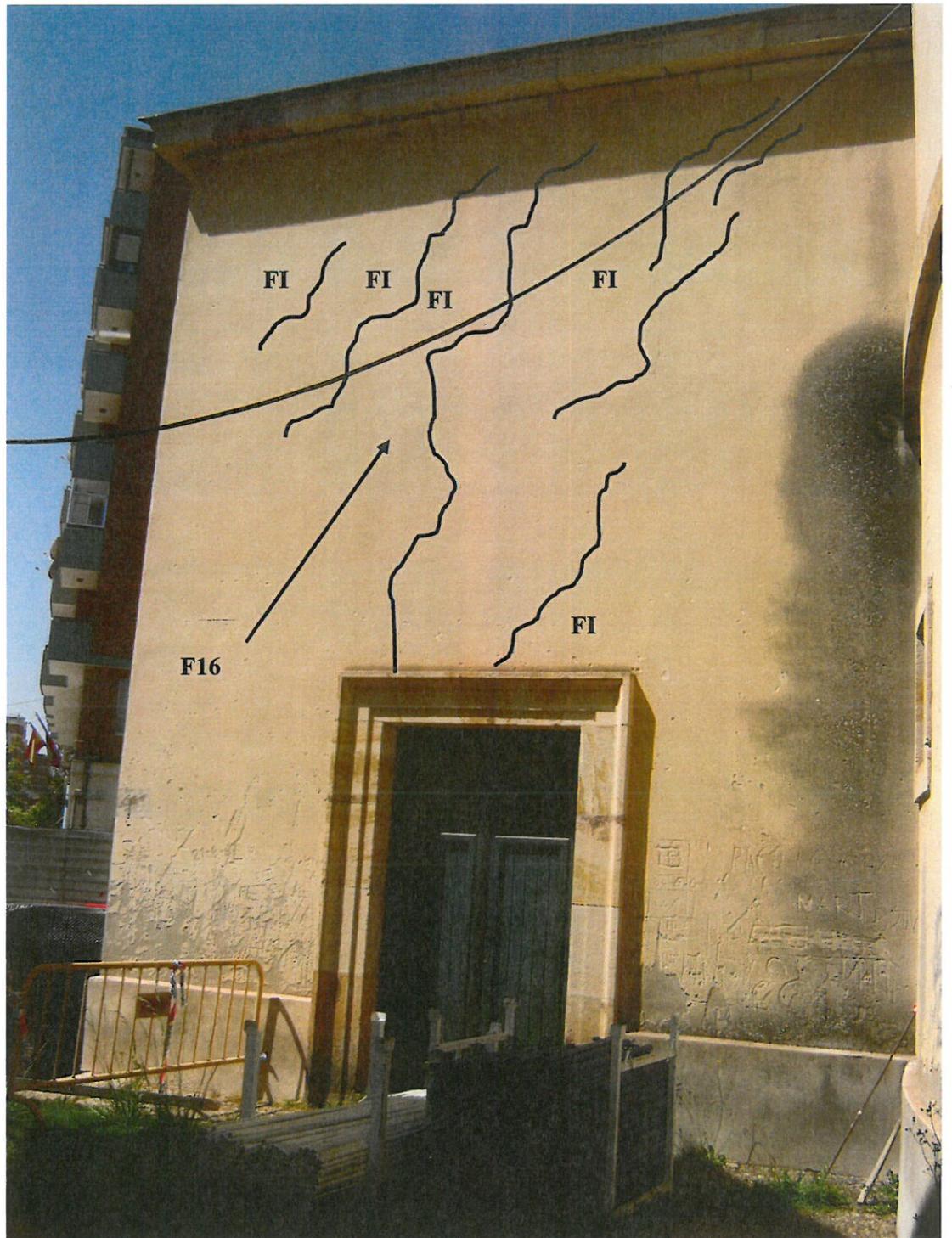
**F3**



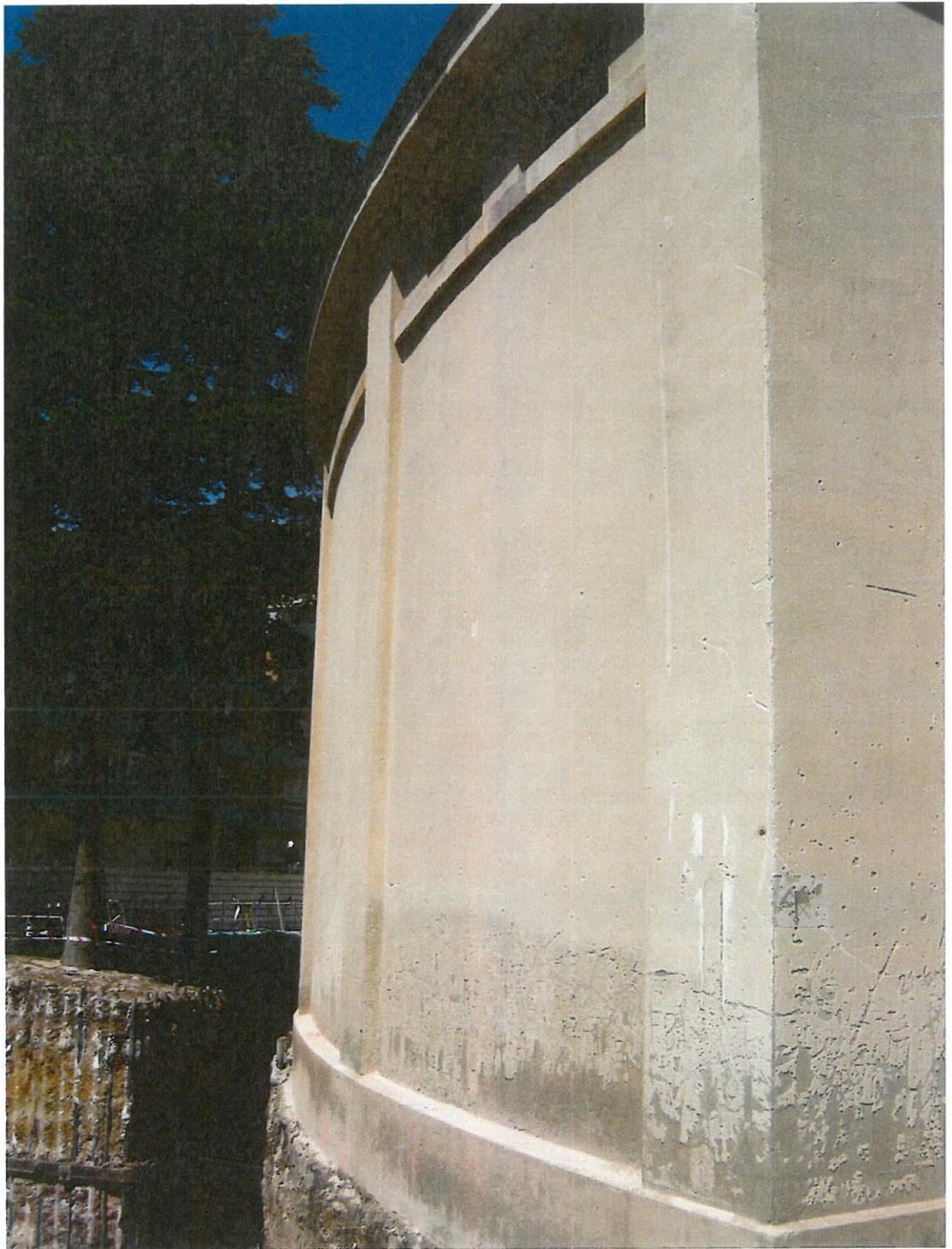
**F4**



**F5**



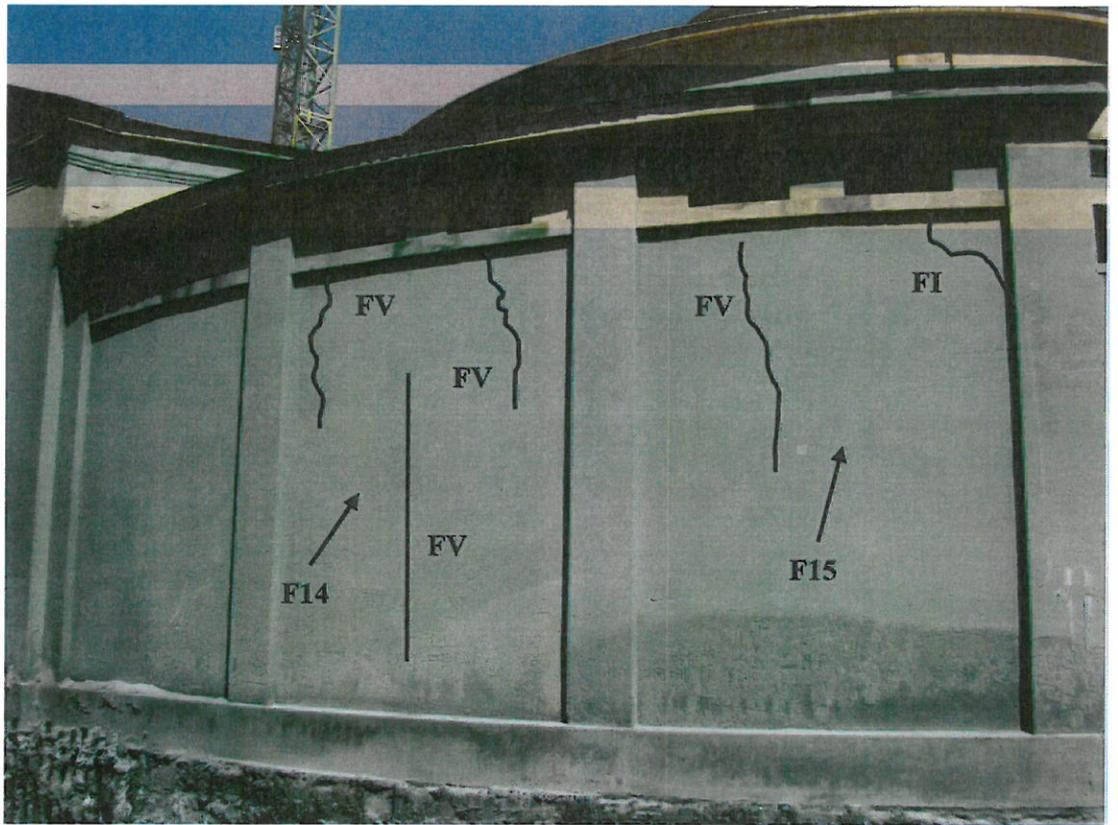
**F6**



**F7**



METIRE UT SCIAS

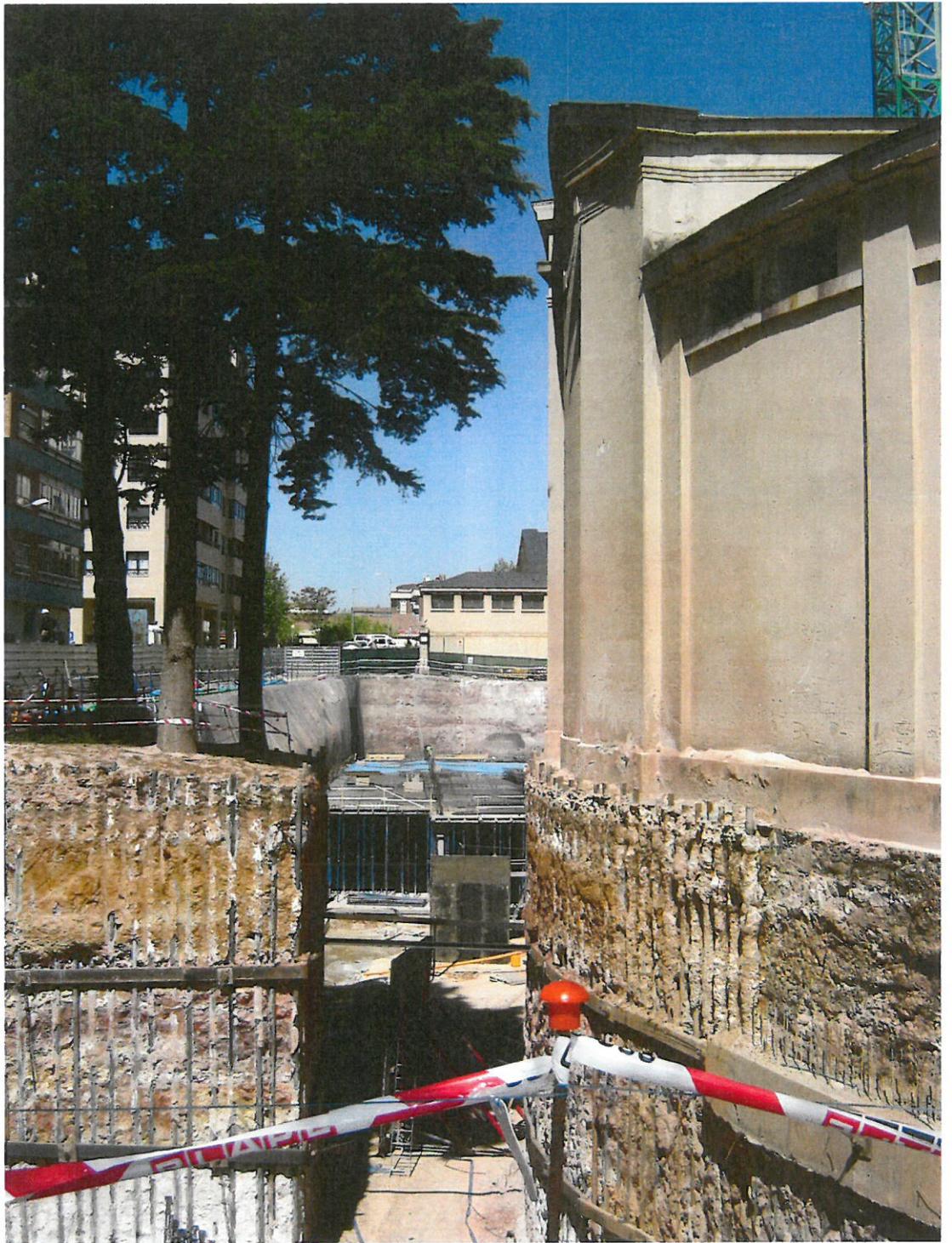


**F8**

=====

=====

=====



**F9**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

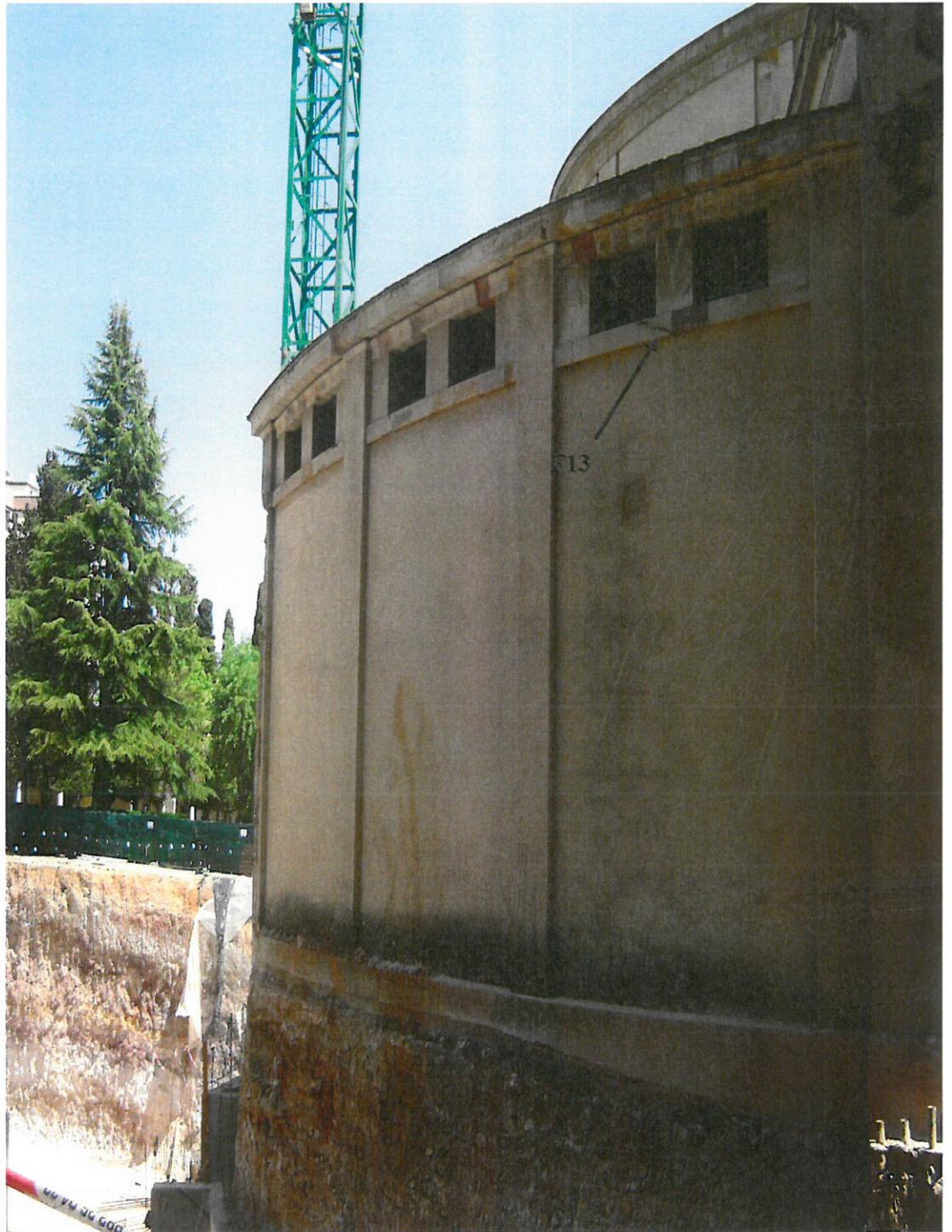
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

HOJA N° 13 DE 88



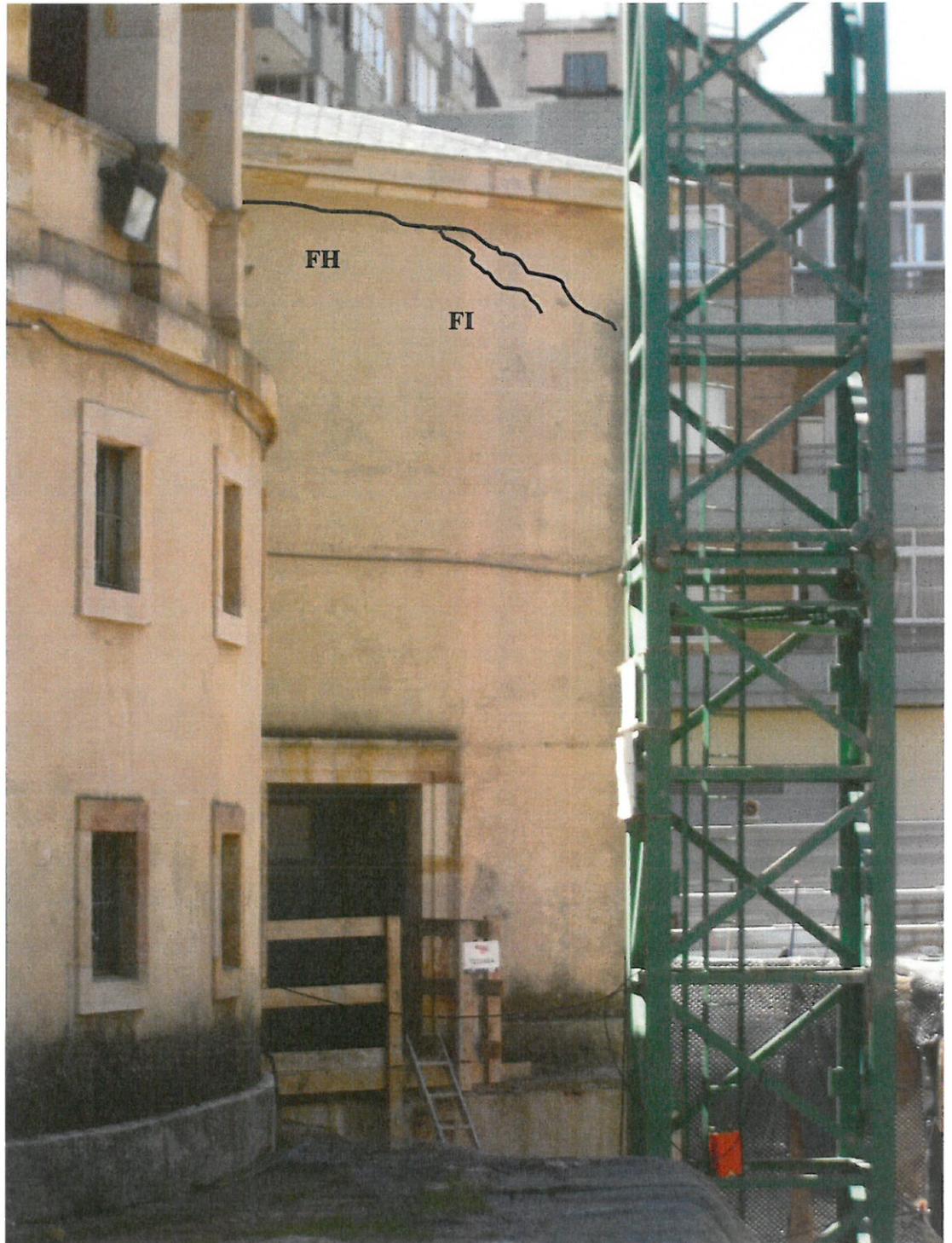
**F10**



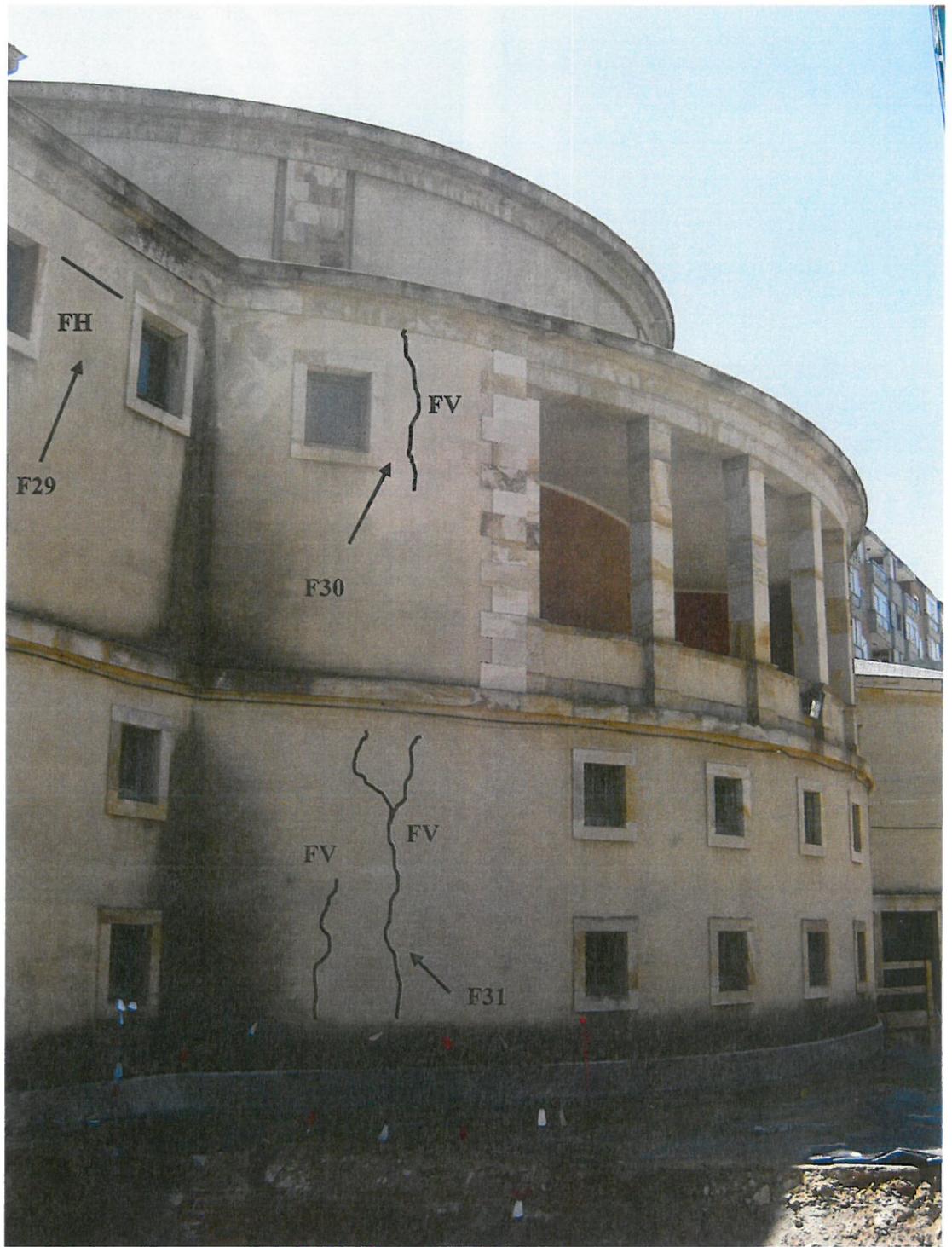
**F11**



**F12**



**F24**



**F25**



**F26**



**F27**

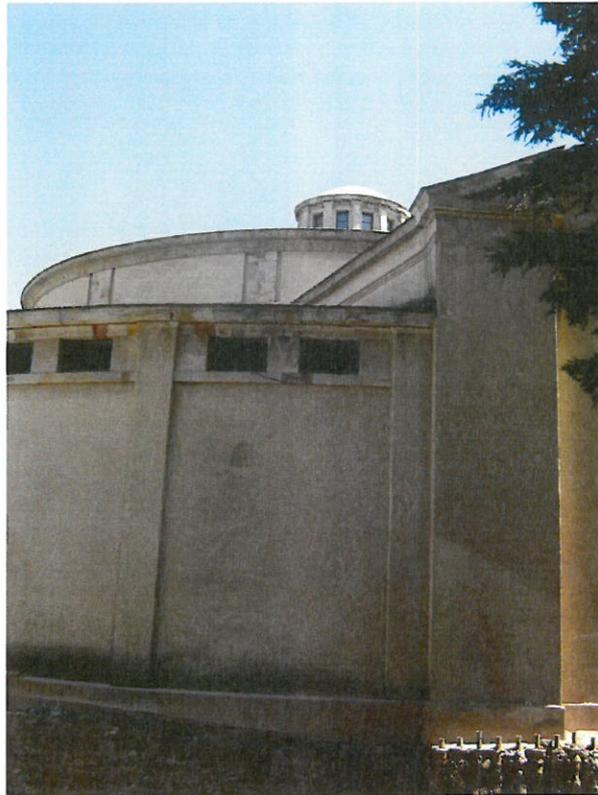
=====

=====

=====



### **2.2.1 REPOTAJE FOTOGRAFÍCO**



**F13**



**F14**



METIRE UT SCIAS

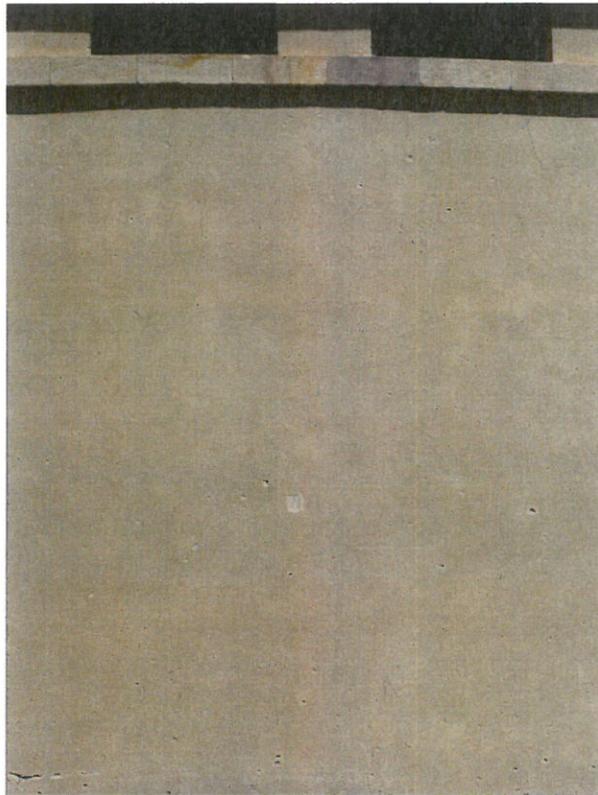
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

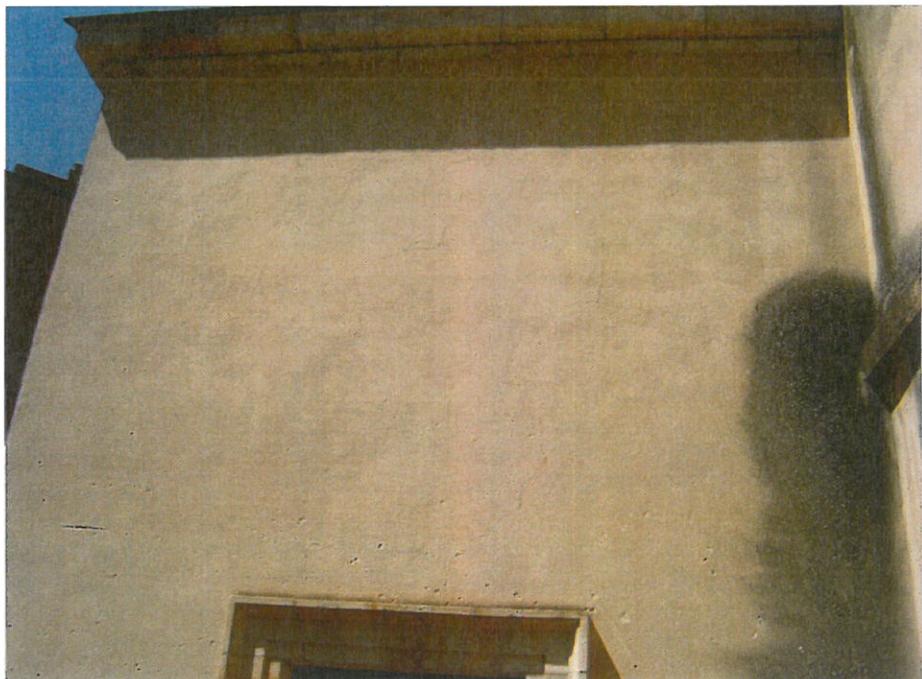
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

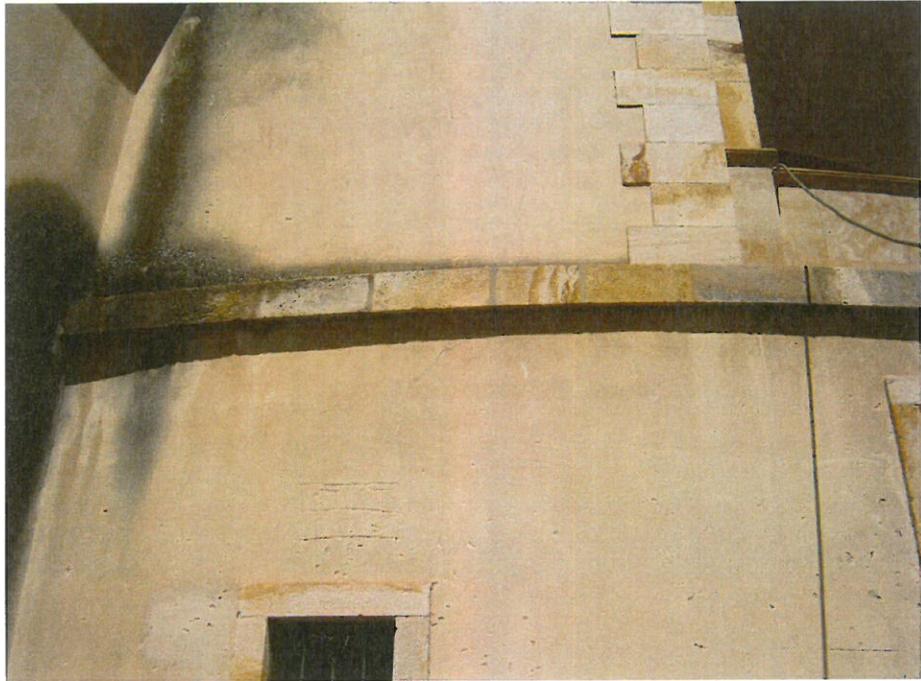
HOJA N° 22 DE 88



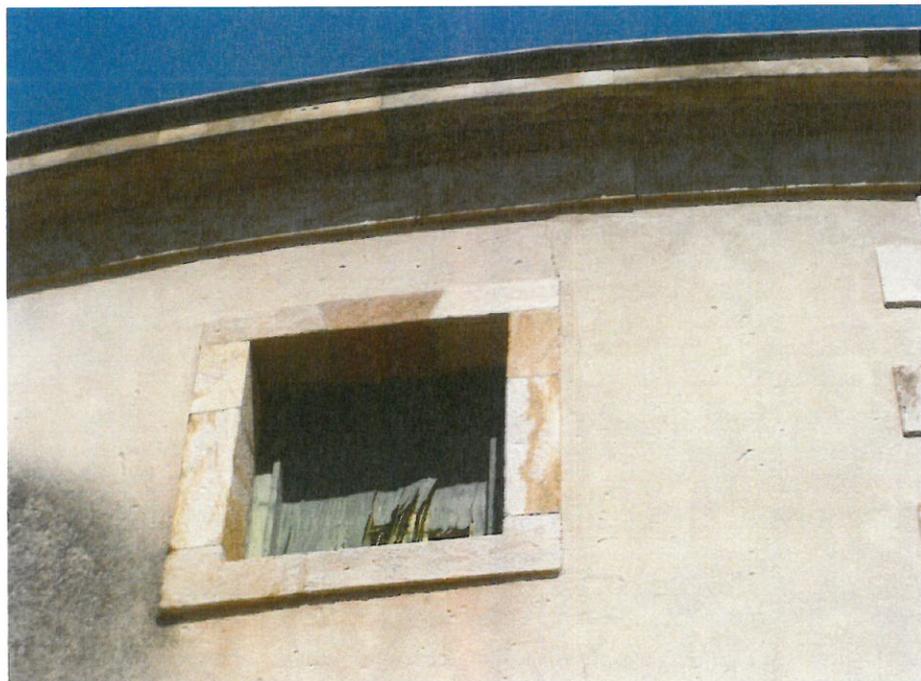
**F15**



**F16**



**F17**



**F18**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

HOJA N° 24 DE 88



**F19**



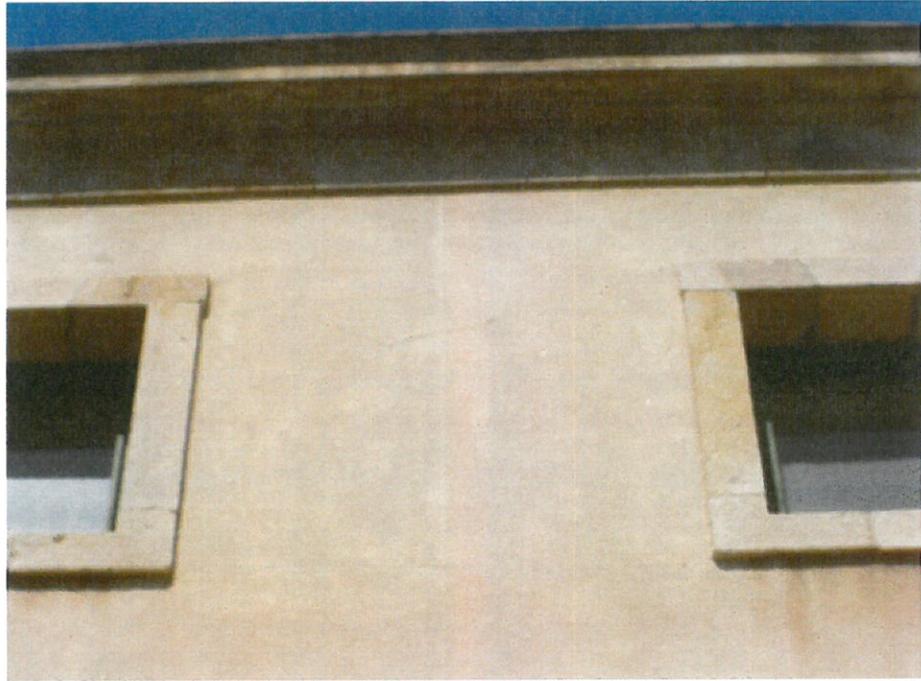
**F20**



**F21**



**F22**



**F23**



**F29**



**F30**



**F31**



**F32**

=====

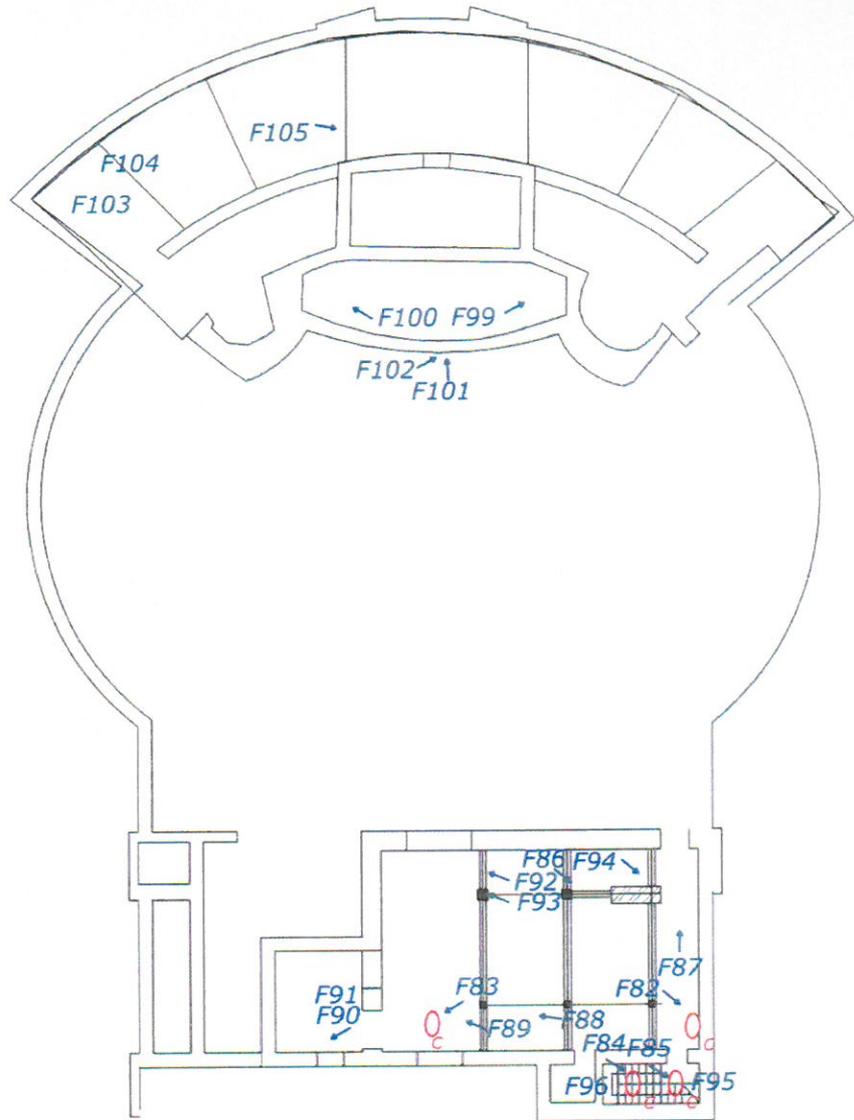
=====

=====



## **2.2 DAÑOS EN EL INTERIOR DEL INMUEBLE**

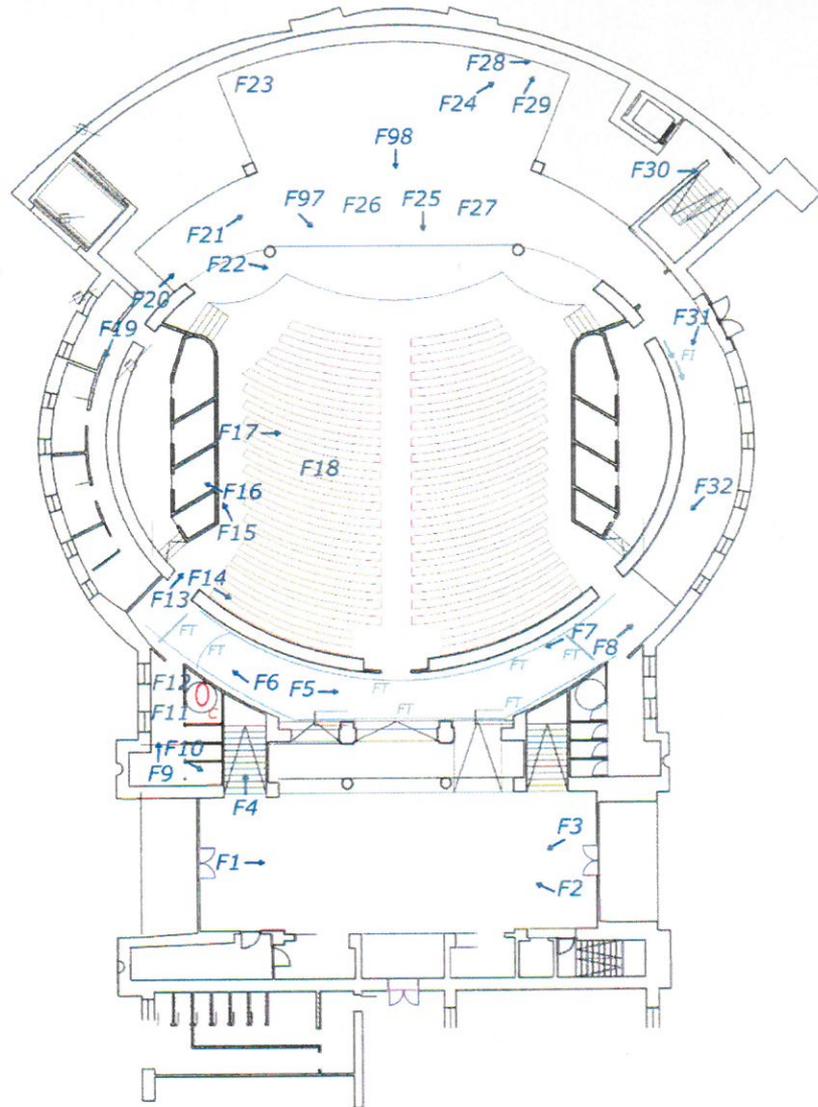
### **2.2.1 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE DAÑOS**



## TEATRO Pa SOT -1 leyenda

*Fj* Fotografía de daños o general

*C* Corrosión de la armadura



## TEATRO PaBa

### leyenda

*Fj* Fotografía de daños o general

*FI* Fisura inclinada (la flecha indica el sentido ascendente)

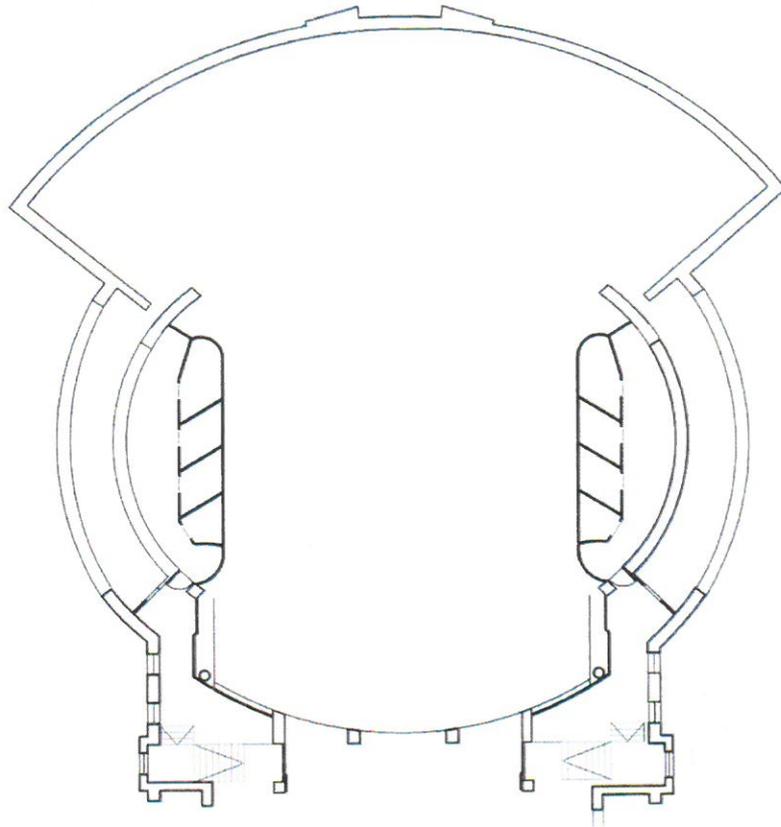
*FH* Fisura horizontal

*FV* Fisura vertical

*FT* Fisura en techo

# Fisuración en mapa

○ Corrosión de la armadura



## TEATRO Pa INTERMEDIA

### leyenda

*Fj* Fotografía de daños o general

*Fj* Fijaz inclinada (si fecha indica el sentido ascendente)

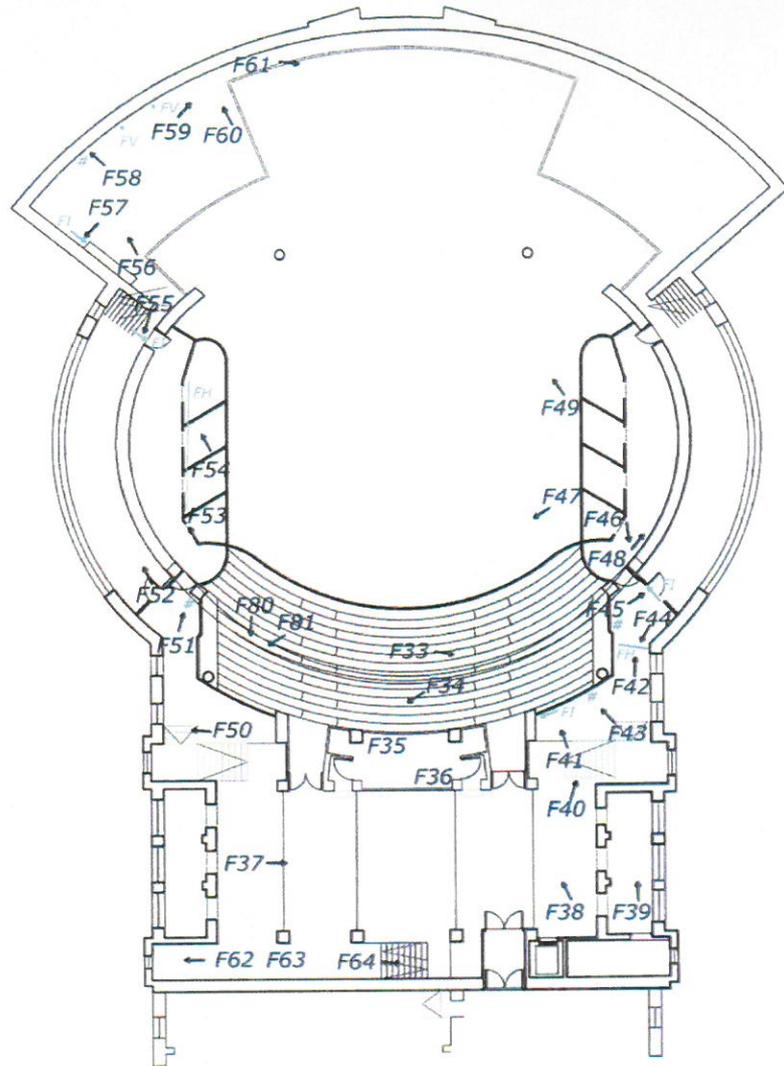
*FH* Fijaz horizontal

*FV* Fijaz vertical

*FT* Fijaz en techo

# Fijación en mazo

○ Corrosión de la armadura



## TEATRO Pa'1a leyenda

**F** Fotografía de daños o general

**F1** Figura inclinada (la flecha indica el sentido acordado)

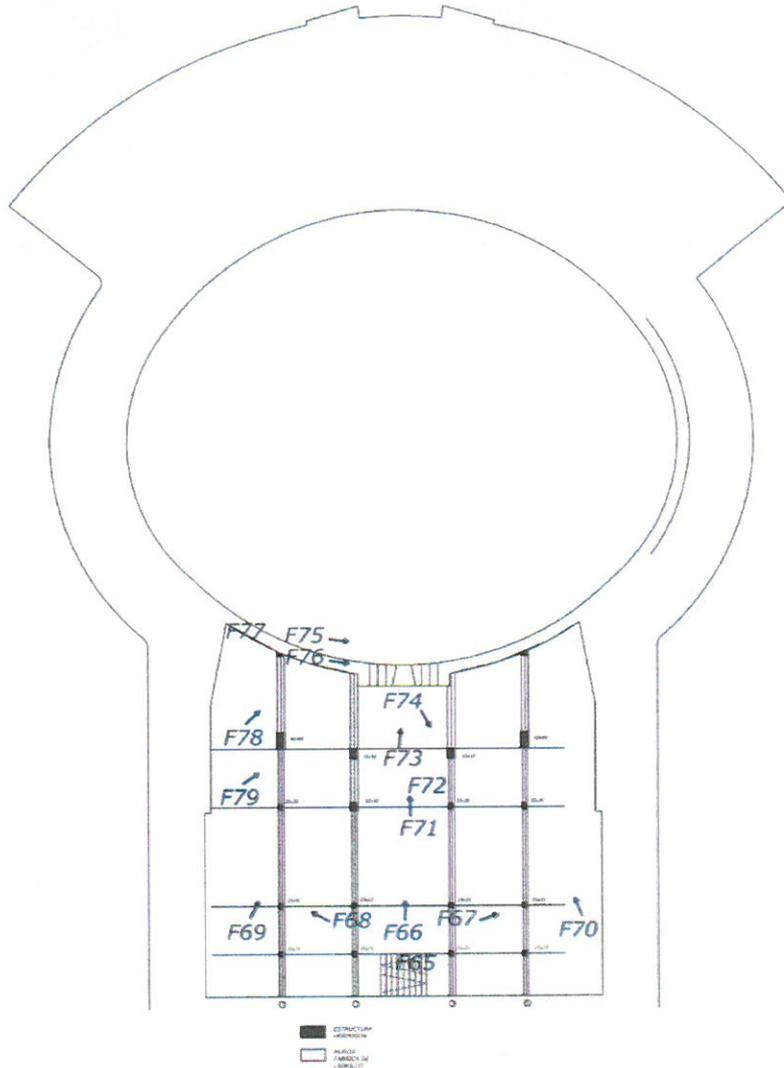
**FH** Fisura horizontal

**FV** Fisura vertical

**FT** Fisura en techo

**#** Falla en el mapa

**○** Corrosión de la armadura



## TEATRO Pa'2a

### leyenda

***Fi*** Fotografía de daños o general

*F1* Fisura inclinada (la flecha indica el sentido ascendente)

*FH* Fisura horizontal

*IV* Fisura vertical

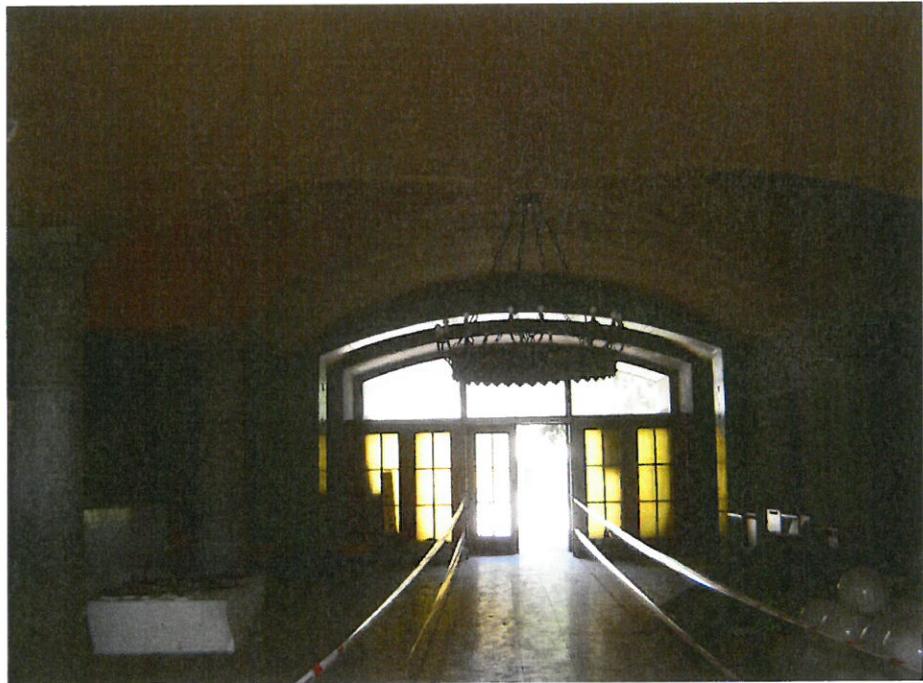
*FT* Fisura en techo

# fisuración en mapa

○ Corrosión de la armadura



**2.2.2 REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



**F1**



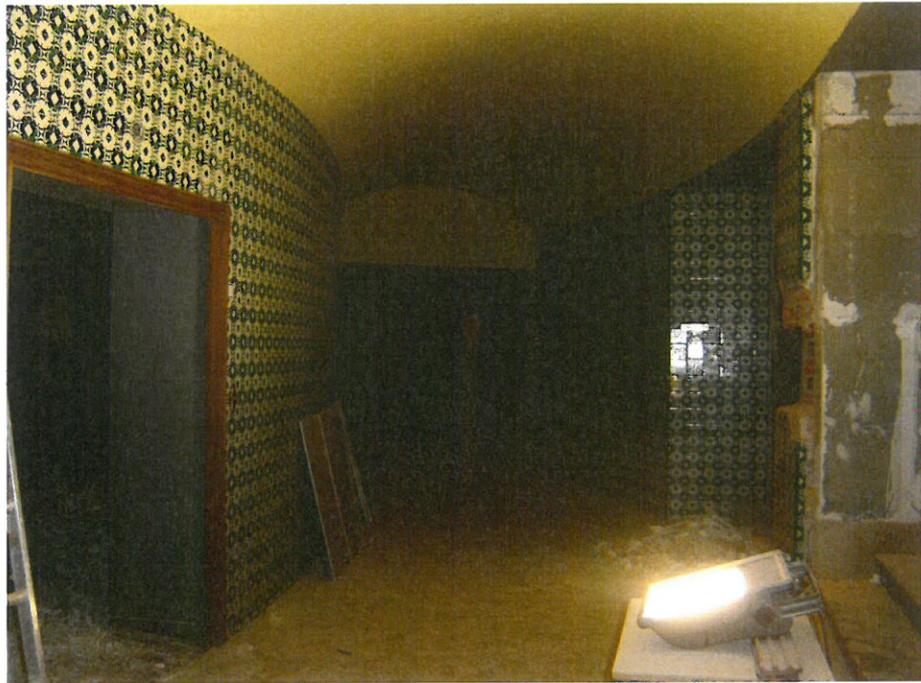
**F2**



**F3**



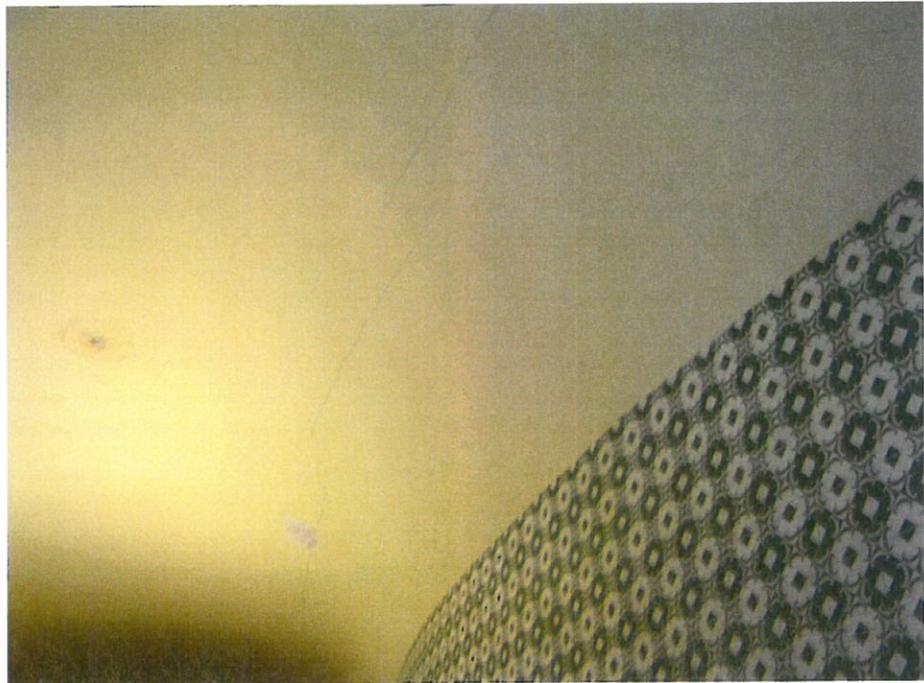
**F4**



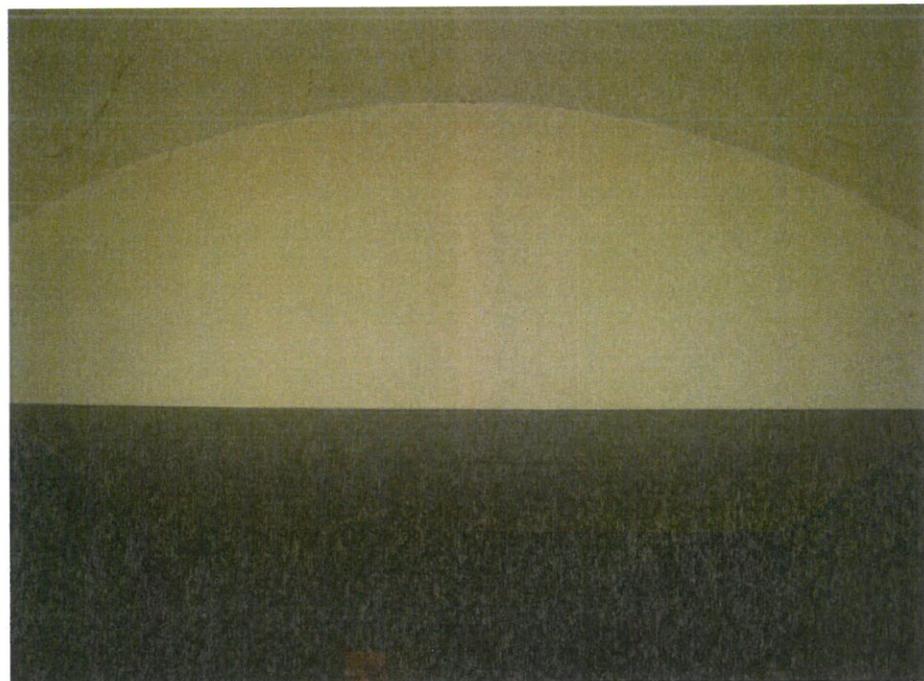
**F5**



**F6**



**F7**



**F8**



**F9**



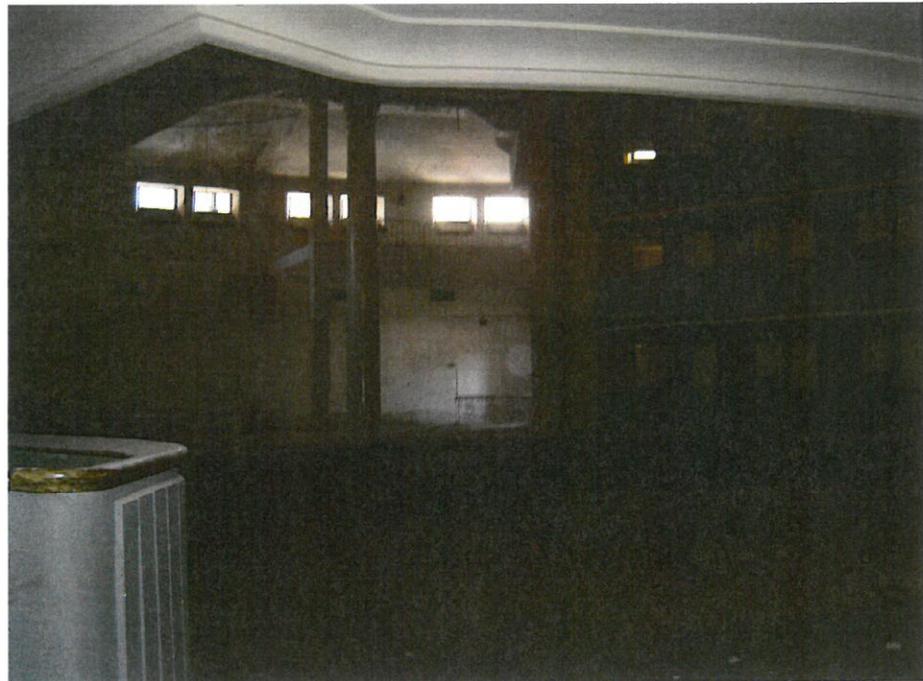
**F10**



**F11**



**F12**



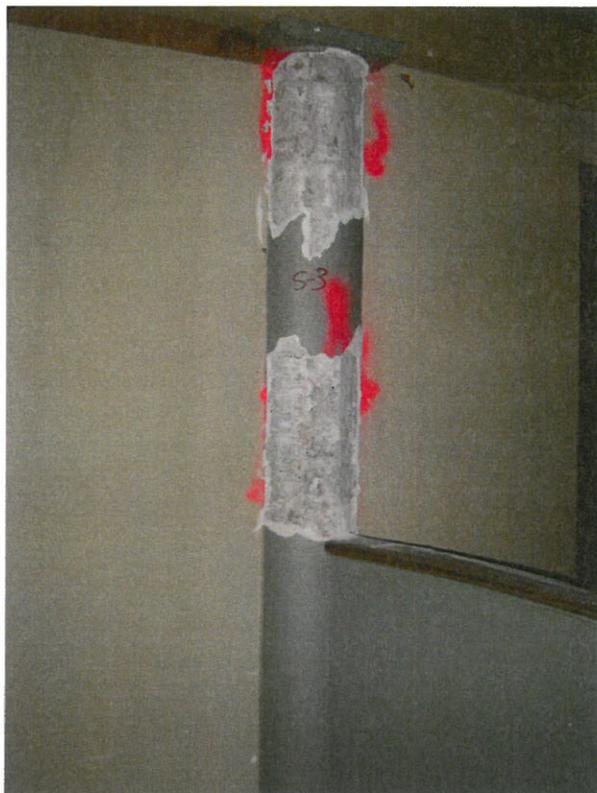
**F13**



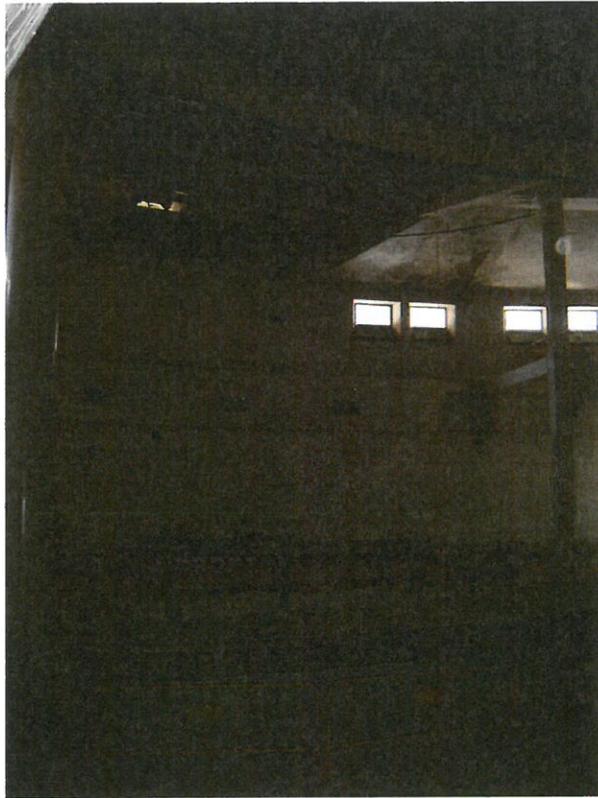
**F14**



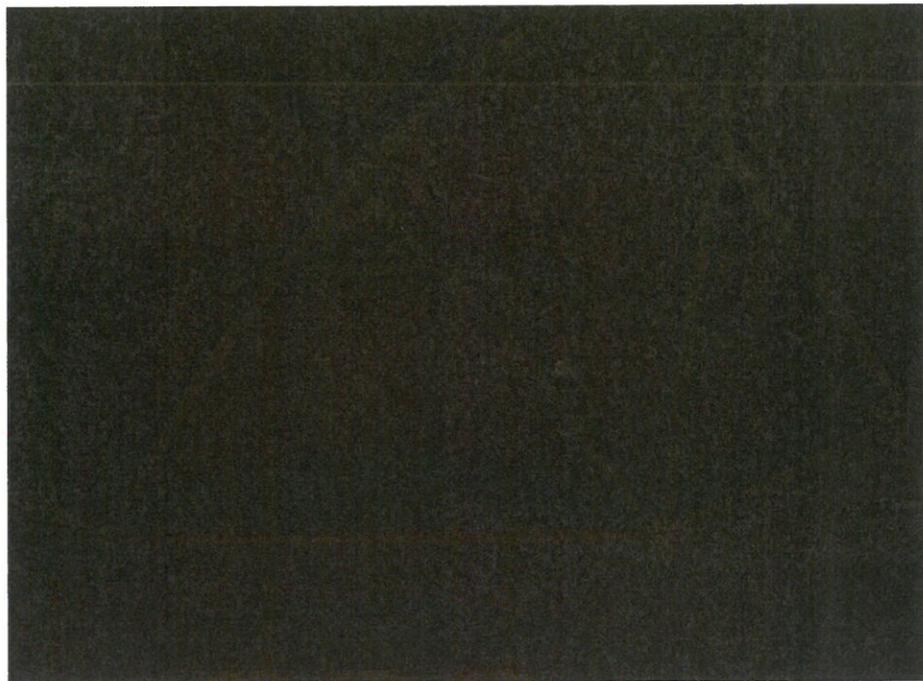
**F15**



**F16**



**F17**



**F18**



**F19**



**F20**



**F21**



**F22**



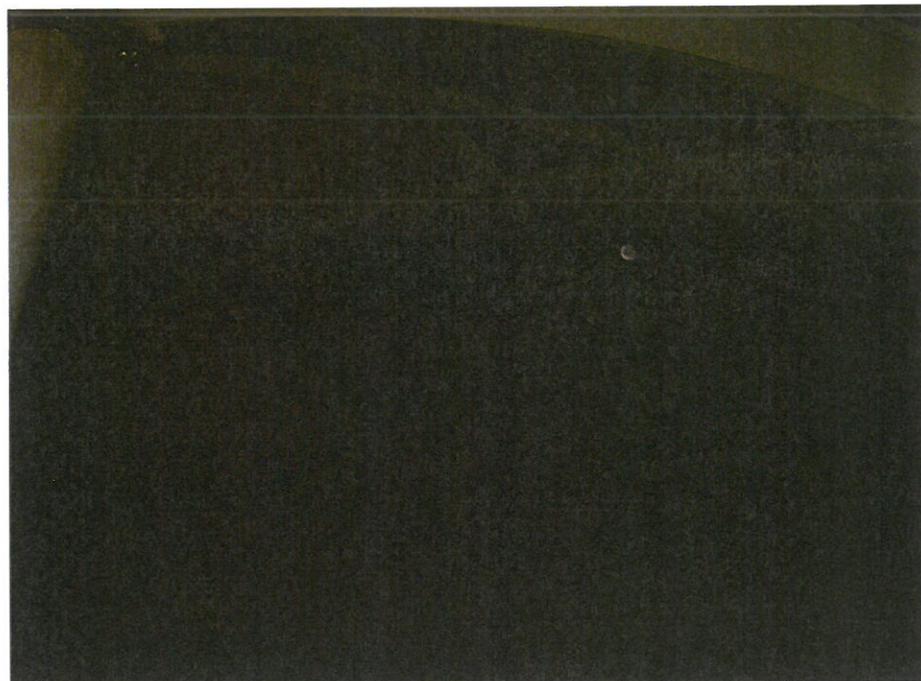
**F23**



**F24**



**F25**



**F26**



**F27**



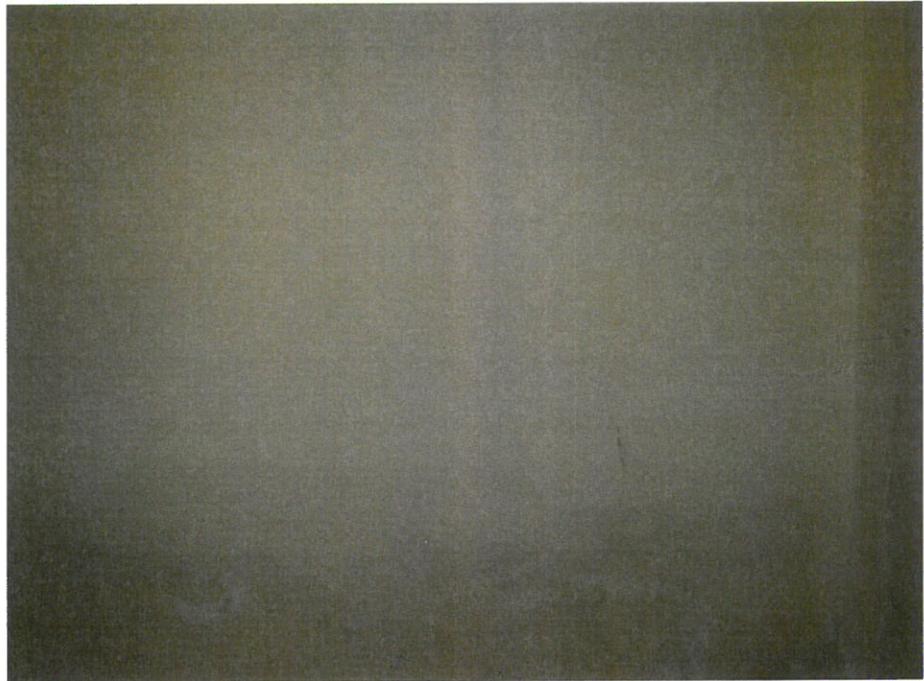
**F28**



**F29**



**F30**



**F31**



**F32**



**F33**



**F34**



**F35**



**F36**



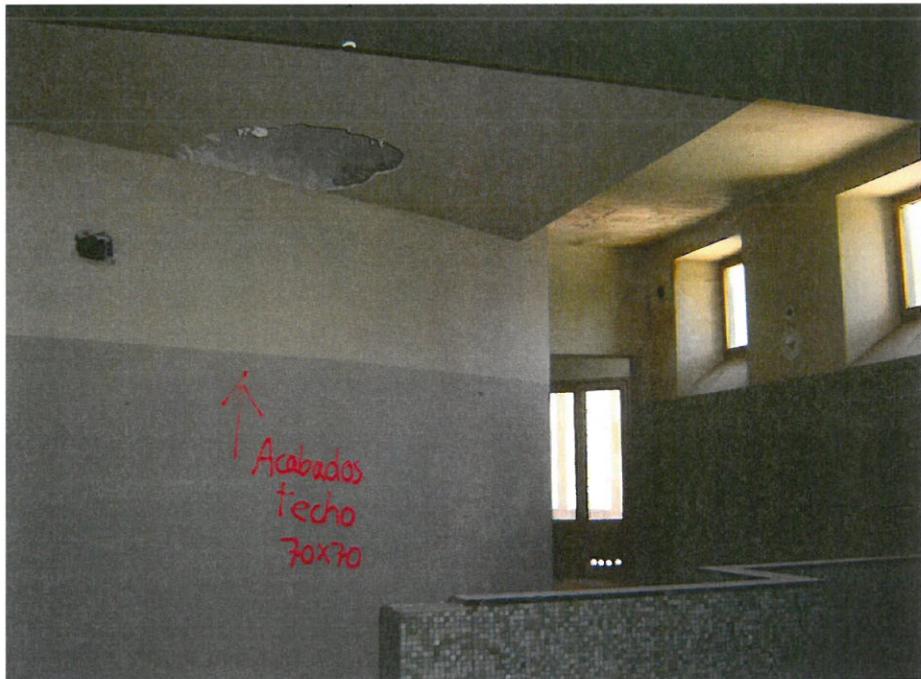
**F37**



**F38**



**F39**



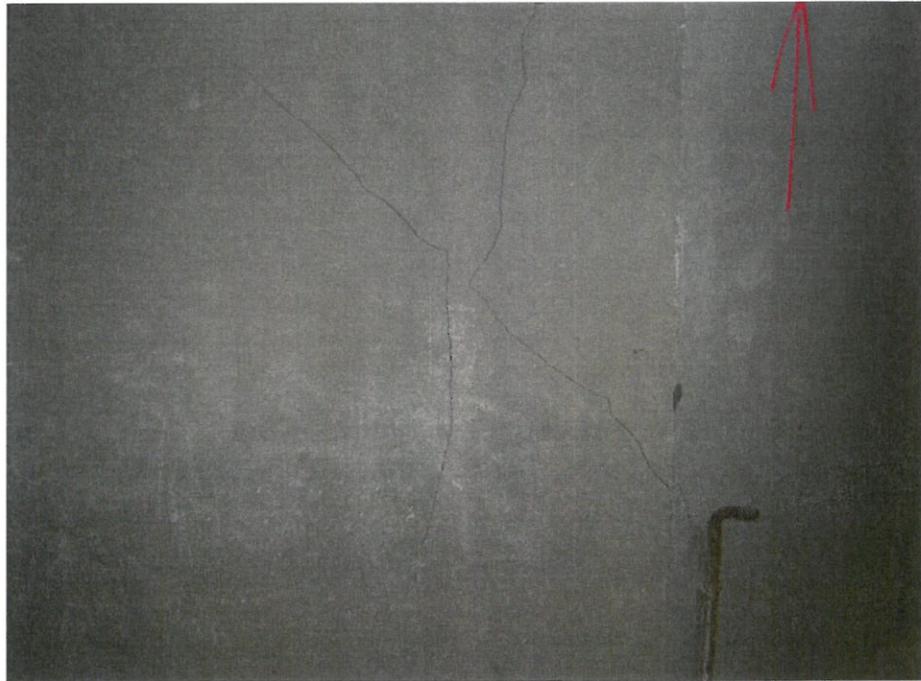
**F40**



**F41**



**F42**



**F43**



**F44**



**F45**



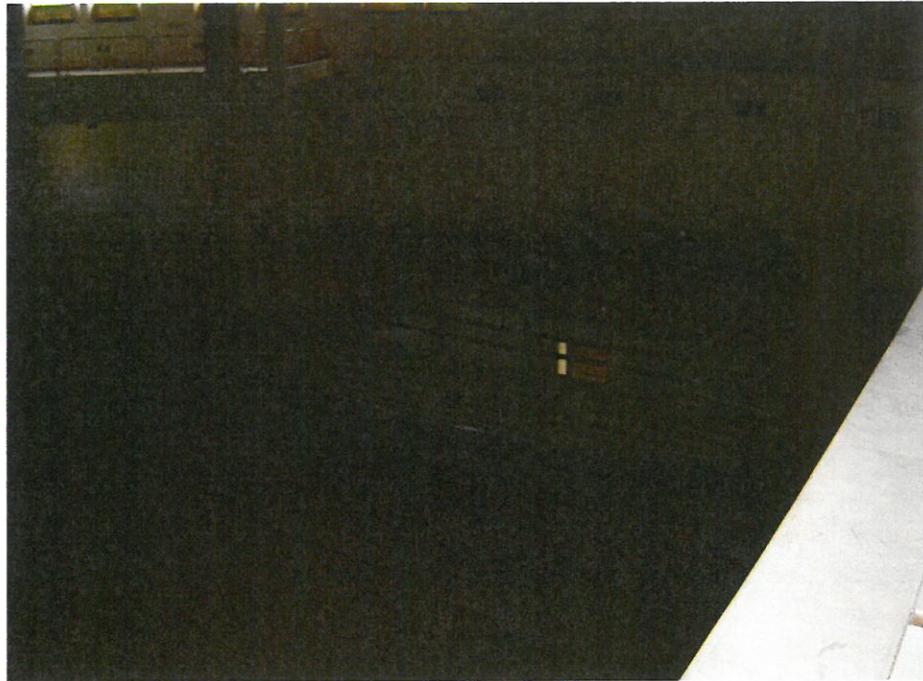
**F46**



**F47**



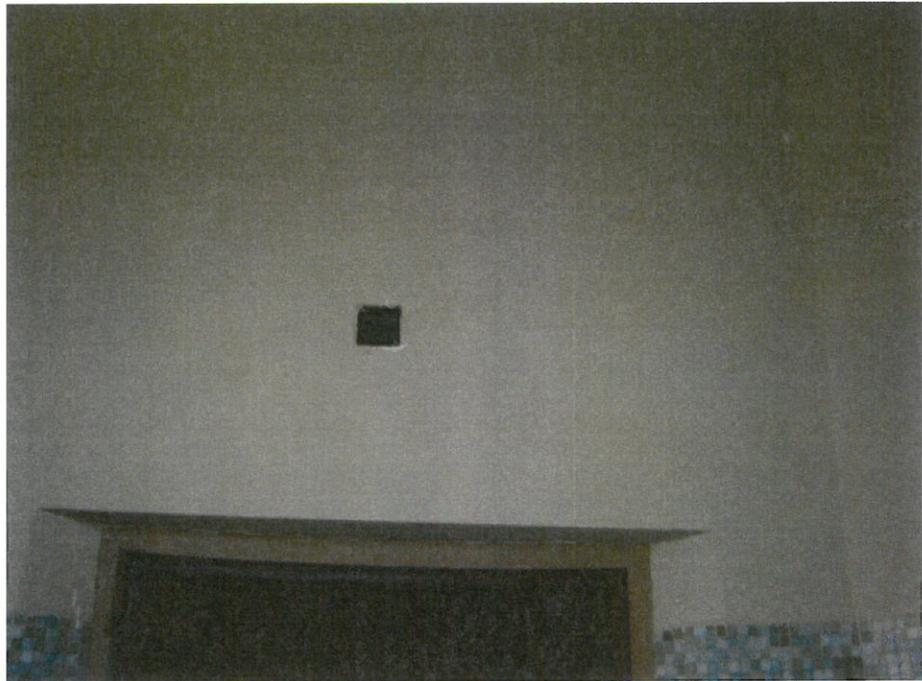
**F48**



**F49**



**F50**



**F51**



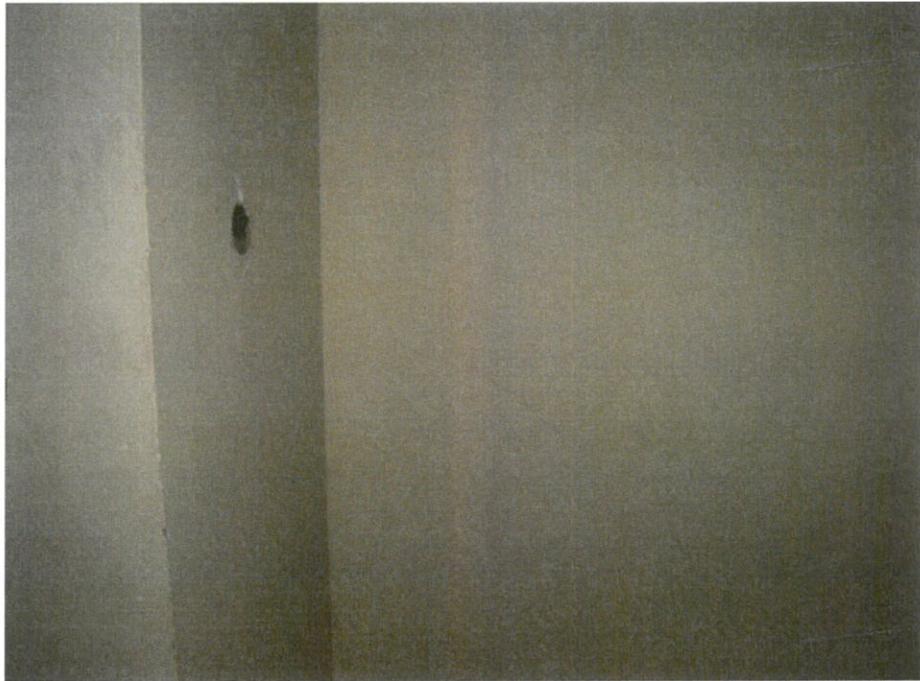
**F52**



**F53**



**F54**



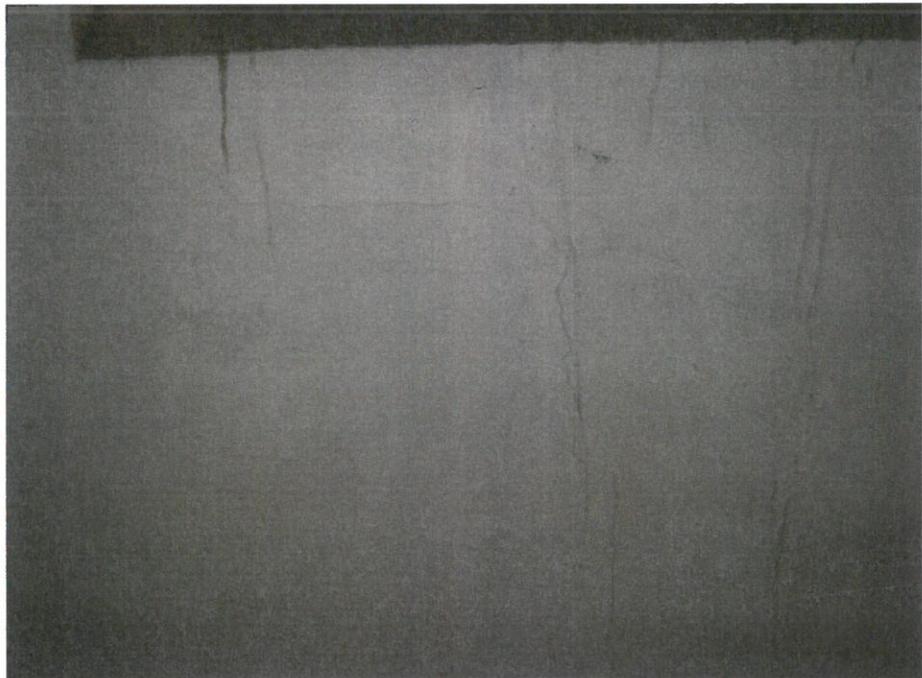
**F55**



**F56**



**F57**



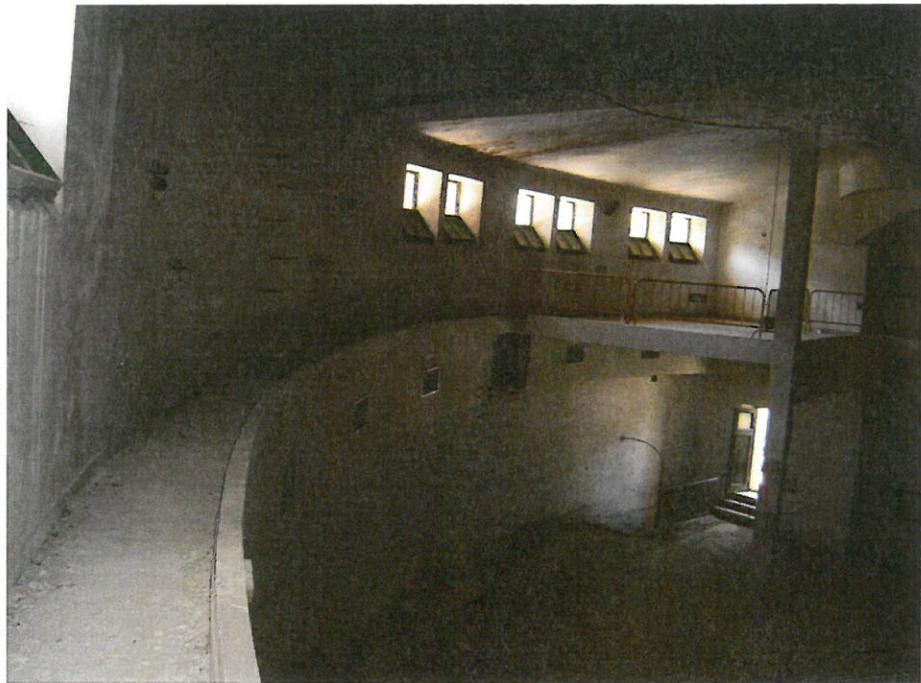
**F58**



**F59**



**F60**



**F61**



**F62**



**F63**



**F64**



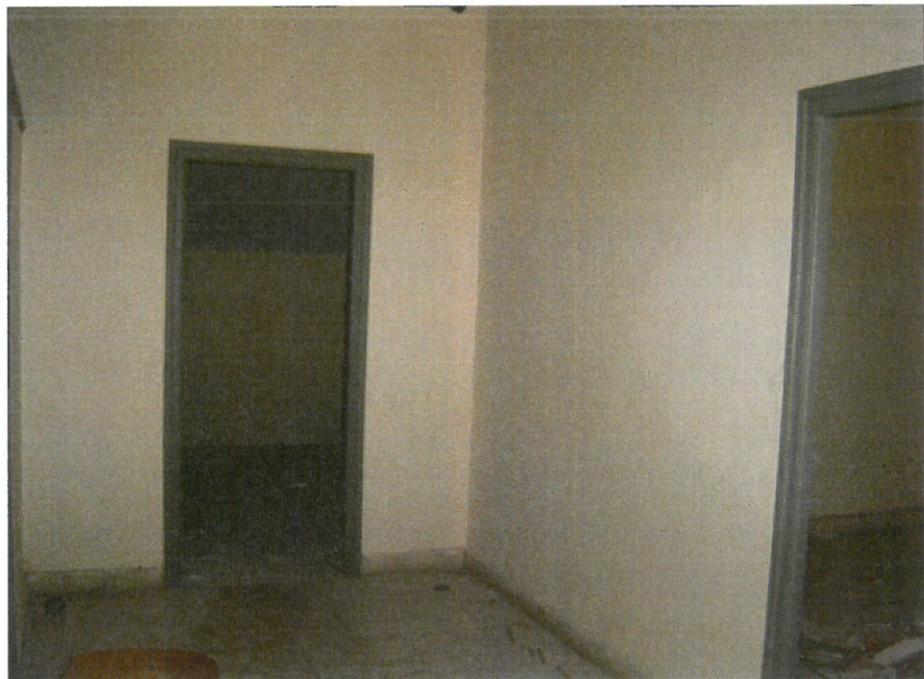
**F65**



**F66**



**F67**



**F68**



**F69**



**F70**



**F71**



**F72**



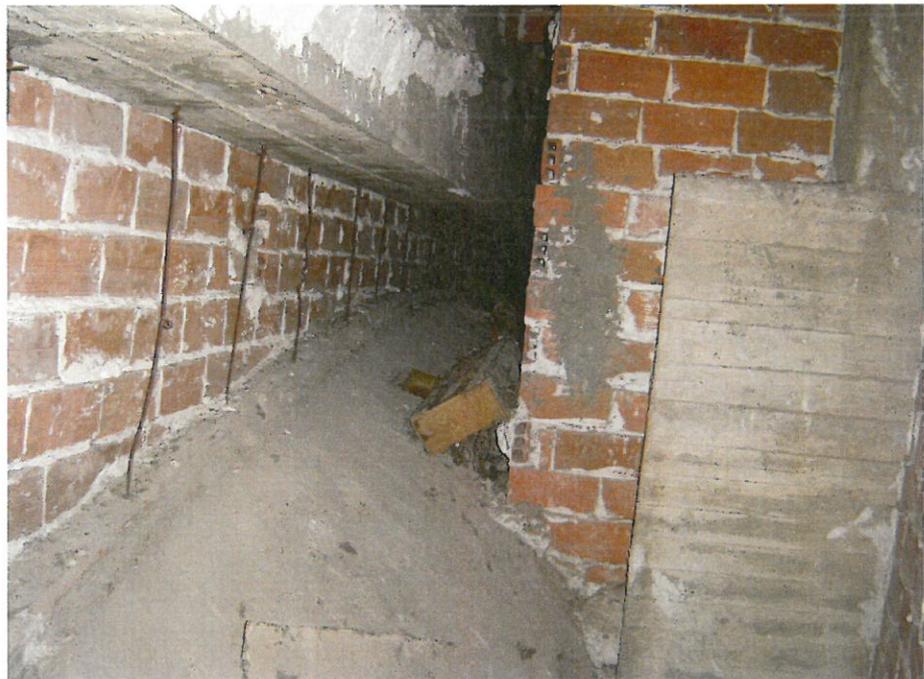
**F73**



**F74**



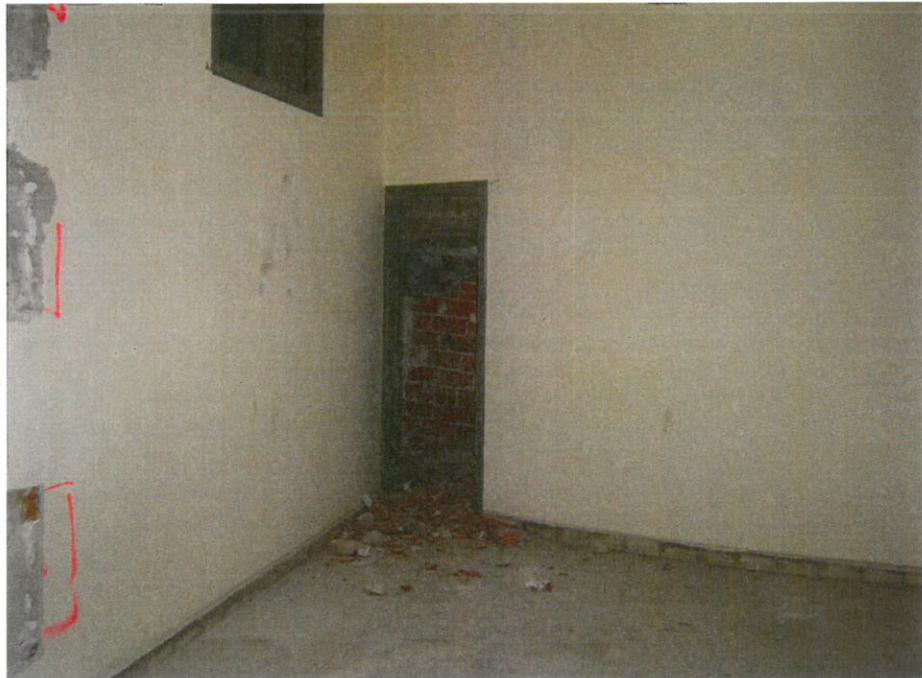
**F75**



**F76**



**F77**



**F78**



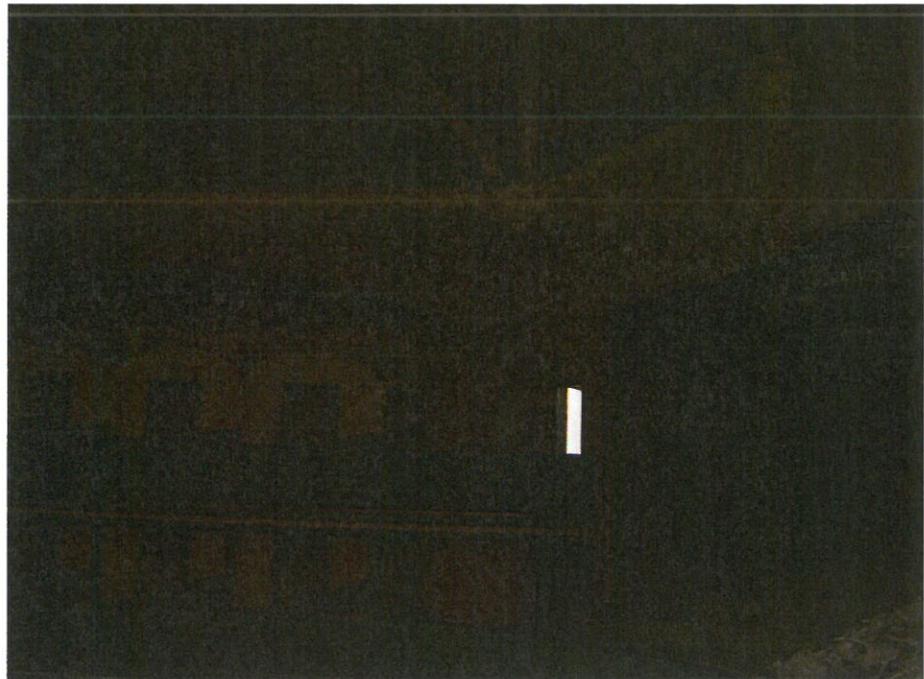
**F79**



**F80**



**F81**



**F82**



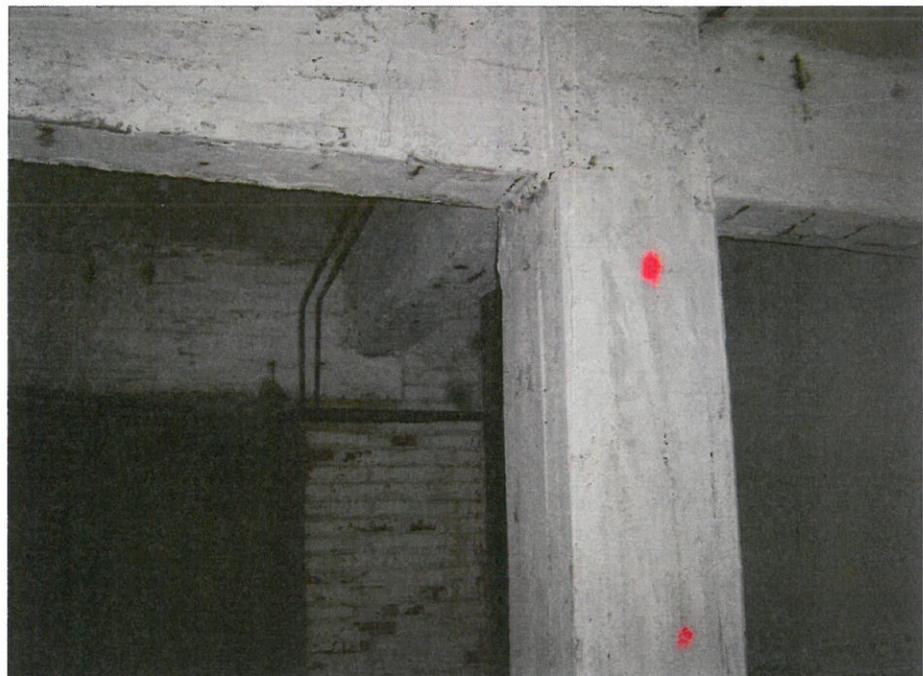
**F83**



**F84**



**F85**



**F86**



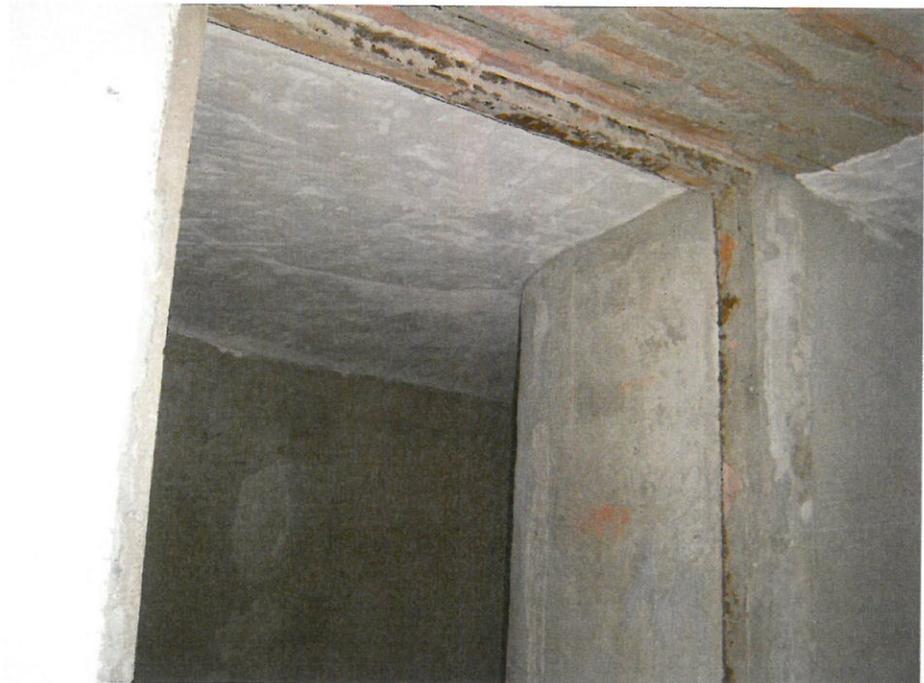
**F87**



**F88**



**F89**



**F90**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

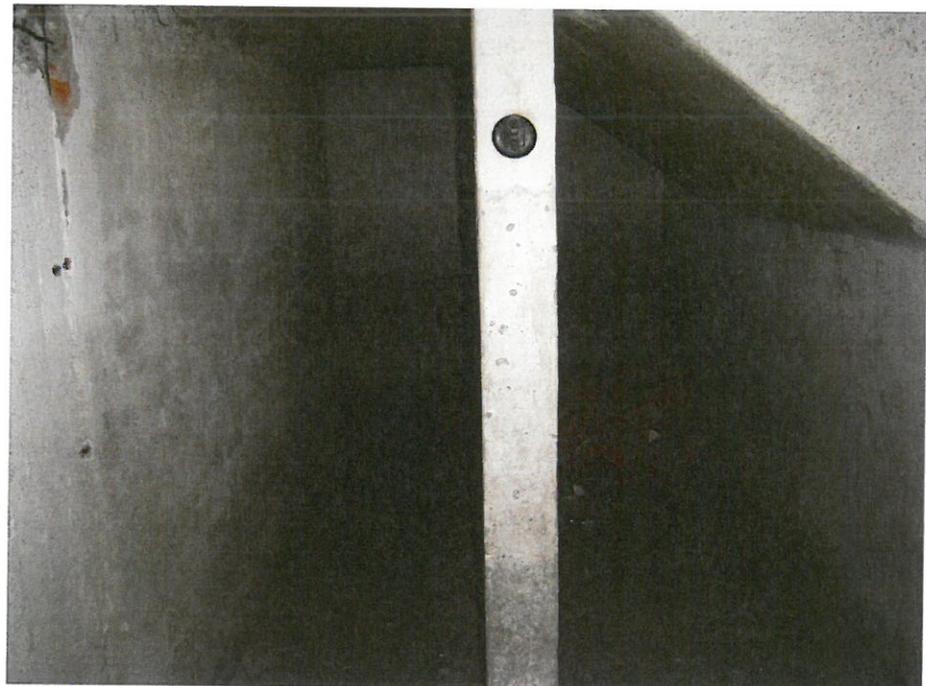
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

HOJA N° 81 DE 88



**F91**



**F92**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

HOJA N° 82 DE 88



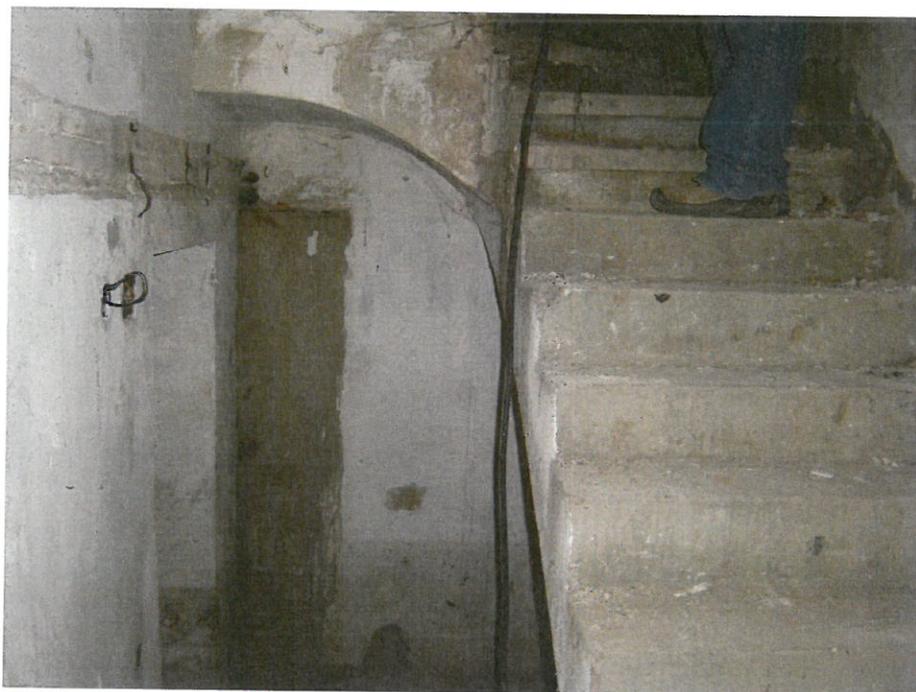
**F93**



**F94**



**F95**



**F96**



**F97**



**F98**



METIRE UT SCIAS

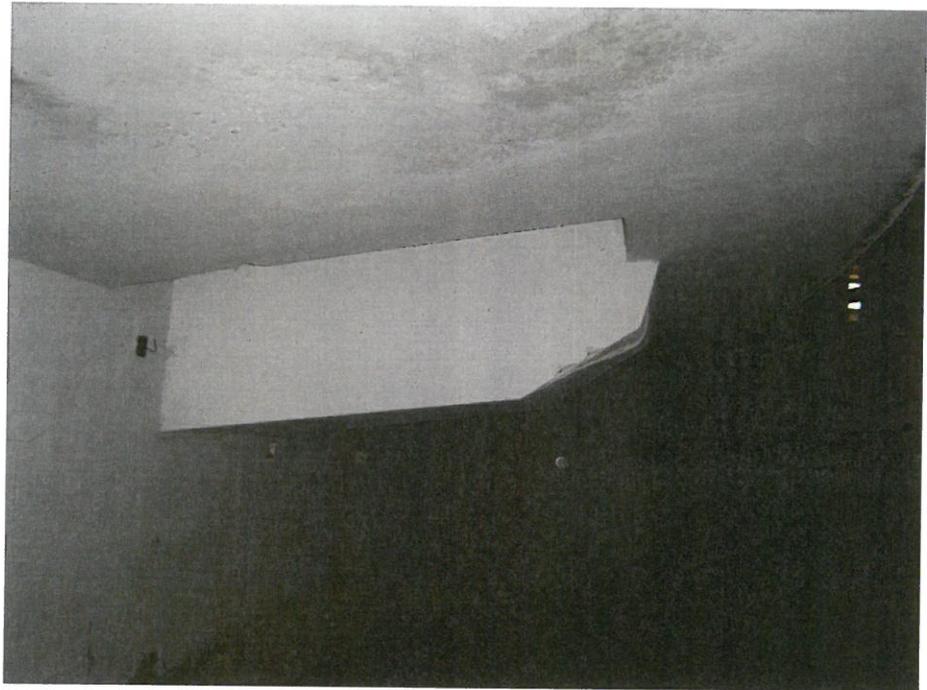
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

HOJA N° 85 DE 88



**F99**



**F100**



**F101**



**F102**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

HOJA N° 87 DE 88



**F103**



**F104**



METIRE UT SCIAS

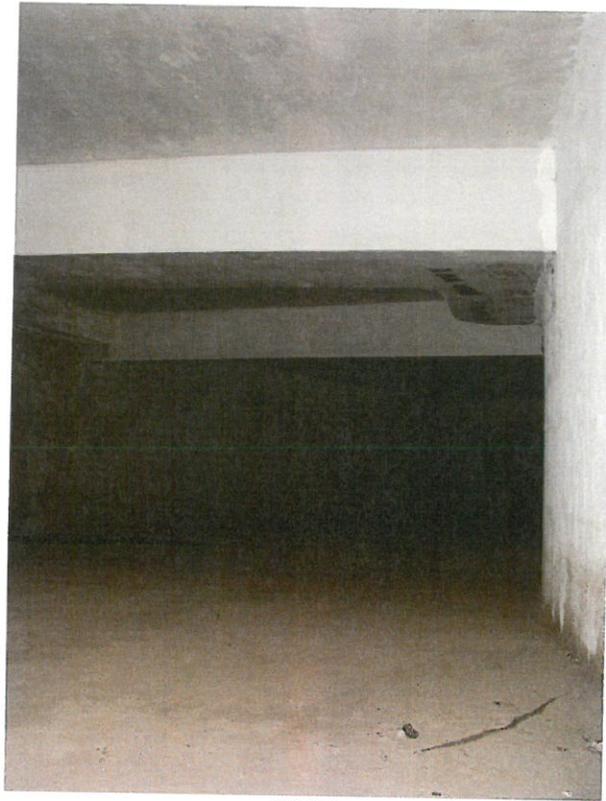
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-05-06

HOJA N° 88 DE 88



**F105**





METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA Nº 1 DE 16

**ANEJO Nº 2:**

**PLAN DE APERTURA DE CALAS EN LA  
ESTRUCTURA DEL SALÓN DE ACTOS DE LA  
UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA**

**Peticionario: CONSEJERÍA DE FOMENTO**

**Dirección General De Vivienda Y Arquitectura**

**C/ Rigoberto Cortejoso nº 14**

**47014 - Valladolid**





METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA N° 2 DE 16

## ÍNDICE

	<u>Pág. n°</u>
1. ANTECEDENTES .....	3
2. OBJETO DEL DOCUMENTO .....	4
3. LOCALIZACIÓN DE LAS CALAS Y CALICATAS DE INSPECCIÓN .....	4
4. TIPOLOGÍA DE LAS CALAS Y CALICATAS Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU APERTURA .....	4
5. PROCEDIMIENTO PARA LA REPARACIÓN DE LAS CALAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO .....	15
 APÉNDICE N° 1: CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE RETIRADA DE ACABADOS Y LOCALIZACIÓN DE PUNTOS PARA REALIZACIÓN DE ENSAYOS	
 APÉNDICE N° 2: CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE CALAS Y CALICATAS	



## 1. ANTECEDENTES

Como parte de las actividades previstas para el estudio del estado actual de la estructura del Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora que se va a rehabilitar como parte del “Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones de Zamora”, se contemplaba la redacción de un plan de apertura de calas y calicatas para la toma de aquellos datos no suficientemente definidos en la documentación disponible y que sean necesarios para la realización del estudio, todo ello sobre una muestra suficientemente representativa de los elementos que componen la estructura del inmueble.

Con objeto de tomar datos básicos para la elaboración del citado plan de calas, el día 21 de abril de 2009 los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Área de Rehabilitación y Patología de la Construcción de INTEMAC, D. Enrique Calderón Bello, Jefe de la Sección I de Estudios, y D<sup>a</sup> Laura Menéndez Martínez, realizaron una inspección de las dependencias accesibles del inmueble objeto de consulta. En dicha inspección se procedió a marcar *in situ*, acompañados de D. Rubén Molinero (TECONSA), puntos donde era necesaria la retirada de acabados en estructura como paso previo a la apertura de calas y calicatas. Como apéndice nº 1 a este documento se recogen los puntos donde se requirió dicha retirada de acabados.

De acuerdo con los resultados de esta inspección y para el estudio de los condicionantes que la estructura actual del edificio impone a la remodelación prevista consideramos que es necesario realizar una campaña de calas y calicatas de comprobación de los distintos elementos que componen la estructura del edificio. Procedemos por tanto a la redacción del presente plan de calas en la estructura y calicatas de cimentación del inmueble.

## 2. OBJETO DEL DOCUMENTO

El objeto del presente documento es describir la localización y tipología de las calas en estructura y calicatas de cimentación de inspección previstas en la estructura del salón de actos de la Universidad Laboral de Zamora.

## 3. LOCALIZACIÓN DE LAS CALAS Y CALICATAS DE INSPECCIÓN

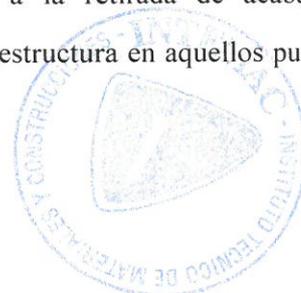
En el apéndice nº 2 al presente documento incluimos unos croquis de las calas en estructura y las calicatas en cimentación previstas.

A pesar de que hemos planteado el Plan de Inspección de forma que en el muestreo se obtenga información suficiente para la realización del estudio, a la vista de los resultados obtenidos en la inspección, podría resultar necesaria la ejecución de alguna cala no prevista en el presente documento que en todo caso marcarían in situ los Técnicos del Instituto.

## 4. TIPOLOGÍA DE LAS CALAS Y CALICATAS Y RECOMENDACIONES GENERALES PARA SU APERTURA

Las calas consistirán básicamente en descubrir los esquemas de armado de algunas secciones críticas de los elementos más significativos a analizar (forjados, vigas, losas y estructura portante).

En algunos casos dichas calas podrían sólo limitarse a la retirada de acabados superficiales con objeto de analizar la configuración de la estructura en aquellos puntos en los que ésta no sea evidente.



Todas las calas se realizarán por medios manuales (puntero y maceta) o mediante martillos eléctricos o neumáticos de baja potencia de demolición (del orden de 170 cm<sup>3</sup>/minuto).

Quedará específicamente prohibida la utilización de martillos demoledores con compresor independiente para la apertura de rozas en forjados.

Se extremará el cuidado en la eliminación de la capa de hormigón en contacto con las armaduras para evitar daños a ésta.

Un Técnico del Área de Rehabilitación y Patología de la Construcción del Instituto supervisará la apertura de una cala de cada tipo.

En los croquis de los apéndices se recogen la tipología y localización de las calas previstas. El código empleado es el siguiente:

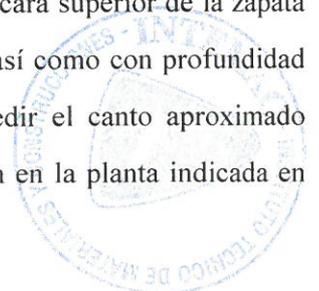
- F<sup>-</sup>: Cala en apoyo de forjado unidireccional *in situ*. Estas calas se practicarán en suelo de la planta superior a la indicada en los croquis del apéndice n° 2, descubriendo la armadura *negativa* según el croquis de la página 8.
- F<sup>+</sup>: Cala en centro de vano de forjado unidireccional *in situ*. Estas calas se practicarán en techo de la planta indicada en los croquis del apéndice n° 2, descubriendo la armadura *positiva* según el croquis de la página 8.
- C: Cala en apoyo de forjado cerámico. Estas calas se practicarán en suelo de la planta superior a la indicada en los croquis del apéndice n° 2, descubriendo la armadura *negativa* según el croquis de la página 9.



- C<sup>+</sup>: Cala en centro de vano de forjado cerámico. Estas calas se practicarán en techo de la planta indicada en los croquis del apéndice n° 2, descubriendo la armadura *positiva* según el croquis de la página 9.
- L<sup>-</sup>: Calas en la cara superior de la losa en su zona de apoyo. Estas calas se practicarán en suelo de la planta superior a la indicada en los croquis del apéndice n° 2, descubriendo la armadura *negativa* según el croquis de la página 10.
- L<sup>+</sup>: Calas en la cara inferior de la losa en el centro de vano. Estas calas se practicarán en techo de la planta indicada en los croquis del apéndice n° 2, descubriendo la armadura *positiva* según el croquis de la página 10.
- V<sup>-</sup>: Cala en la cara superior de la viga en la proximidad del apoyo en un pilar dejando al descubierto las armaduras de *negativos*. Estas calas se practicarán en suelo de la planta superior a la indicada en los croquis del apéndice n° 2, según el croquis de la página 11.
- V<sup>+</sup>: Cala en la cara inferior de la viga en aproximadamente en centro de vano dejando al descubierto las armaduras de *positivos*. Estas calas se practicarán en techo de la planta indicada en los croquis del apéndice n° 2, según el croquis de la página 11.
- B: Punto en el que se practicará un taladro en la bóveda para determinar su configuración y espesor. Estas calas se practicarán en techo de la planta indicada en los croquis del apéndice n° 2.
- S: Cala en dos caras perpendiculares del pilar para descubrir el armado del mismo. Estas calas se practicarán en la planta indicada en los croquis del apéndice n° 2, según el croquis de la página 12.



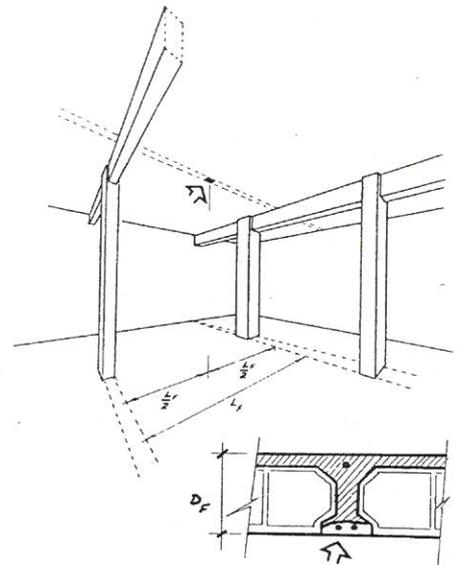
- T: Cala en las cuatro caras del elemento de hormigón armado para descubrir el armado del mismo. Estas calas se practicarán en la planta indicada en los croquis del apéndice nº 2 según el croquis de la página 12..
- M: Zona en la que se procederá a retirar los acabados que en su caso existan sobre el muro o paramento en al menos un recuadro de unos 70 cm de ancho. Se practicarán en la planta indicada en los croquis del apéndice nº 1.
- R: Zona en la que se procederá a retirar los acabados que en su caso existan sobre el soporte en tres alturas del mismo (cabeza, fuste y pie) en recuadros al menos 35x35 cm de ancho. Se practicarán en la planta indicada en los croquis del apéndice nº 1.
- Pi: Pilares donde además de realizarse ensayos no destructivos, se extraerán probetas de hormigón para su posterior rotura a compresión. Se practicarán en la planta indicada en los croquis del apéndice nº 1.
- A: Zona en la que se procederá a retirar los acabados que en su caso existan sobre el techo en al menos un recuadro de unos 70 cm de ancho. Se practicarán en la planta indicada en los croquis del apéndice nº 1.
- CS: Calicata en cimentación de soportes que descubra la cara superior de la zapata con extensión suficiente para medir sus dimensiones en planta, así como con profundidad suficiente en alguno de los puntos como para medir el canto aproximado (véase el croquis de la página 13). Se practicarán en la planta indicada en los croquis del apéndice nº 2.
- CM: Calicata en cimentación de muros para descubrir la cara superior de la zapata con extensión suficiente para medir el retranqueo, así como con profundidad suficiente en alguno de los puntos como para medir el canto aproximado (véanse los croquis de la página 14). Se practicarán en la planta indicada en los croquis del apéndice nº 2.



**INSPECCIÓN DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES DE HORMIGÓN *IN SITU***

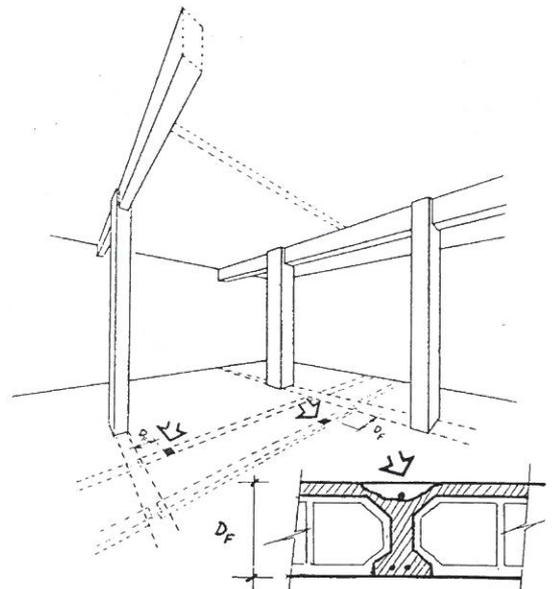
**CALAS TIPO F<sup>+</sup>**

Para la inspección de armaduras principales de flexión frente a momentos positivos se practicará una roza por cara inferior de vigueta de forjado en una sola vigueta y aproximadamente en el centro del vano, de anchura igual al ancho de la vigueta y de unos 15 cm de longitud según su eje, con profundidad suficiente para medir con pie de rey el diámetro de todas las barras de la capa de armaduras más próxima a la superficie de hormigón, y en todo caso no superior a  $0.3 \cdot D_F$  ó 6 cm.



**CALAS TIPO F<sup>-</sup>**

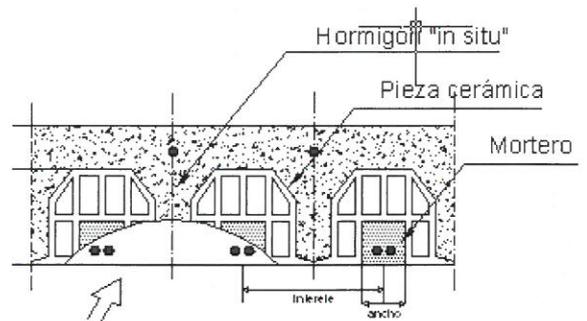
Para la inspección de armaduras principales de flexión frente a momentos negativos se practicarán, en dos viguetas diferentes del forjado a inspeccionar, sendas rozas por cara superior del forjado, a una distancia de la cara de viga de apoyo igual al canto del forjado, de anchura igual a la del ala de la vigueta, y de unos 15 cm de longitud según el eje de la vigueta, con profundidad suficiente para medir con pie de rey el diámetro de todas las barras de la capa de armaduras más próxima a la superficie de hormigón y en todo caso no superior a  $0.3 \cdot D_F$  ó 6 cm.



### INSPECCIÓN DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES CERÁMICOS

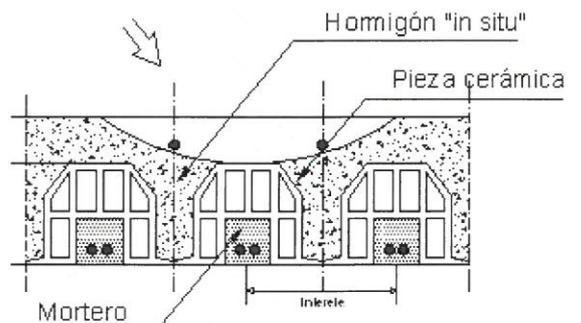
#### CALAS TIPO C<sup>+</sup>

Para la inspección de armaduras principales de flexión frente a momentos positivos se practicará una roza por cara inferior de forjado en dos piezas cerámicas consecutivas y aproximadamente en el centro del vano, de anchura igual al ancho de la vigueta y de unos 15 cm de longitud según su eje, con profundidad suficiente para medir con pie de rey el diámetro de todas las barras de la capa de armaduras más próxima a la superficie de hormigón, y en todo caso no superior a  $0.3 \cdot D_F$  ó 4.5 cm.



#### CALAS TIPO C<sup>-</sup>

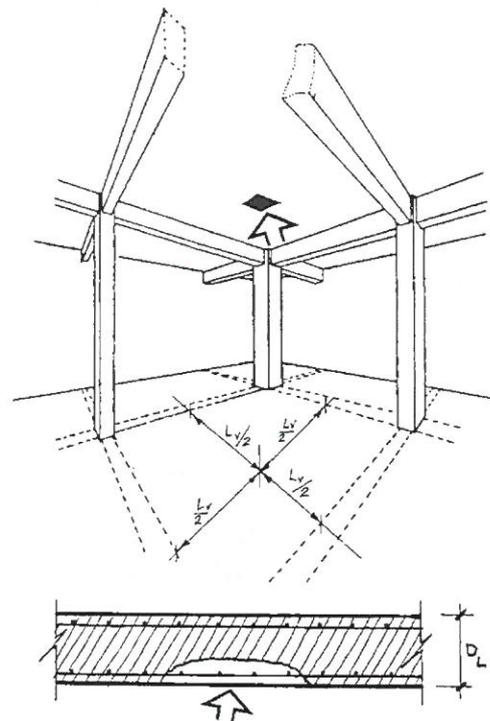
Para la inspección de armaduras principales de flexión frente a momentos negativos se practicarán, en dos piezas cerámicas consecutivas del forjado a inspeccionar, sendas rozas por cara superior del forjado, a una distancia de la cara de viga de apoyo igual al canto del forjado, de anchura igual a la del ala de la vigueta, y de unos 15 cm de longitud según el eje de la vigueta, con profundidad suficiente para medir con pie de rey el diámetro de todas las barras de la capa de armaduras más próxima a la superficie de hormigón y en todo caso no superior a  $0.3 \cdot D_F$  ó 4.5 cm.



### INSPECCIÓN DE LOSAS DE HORMIGÓN ARMADO

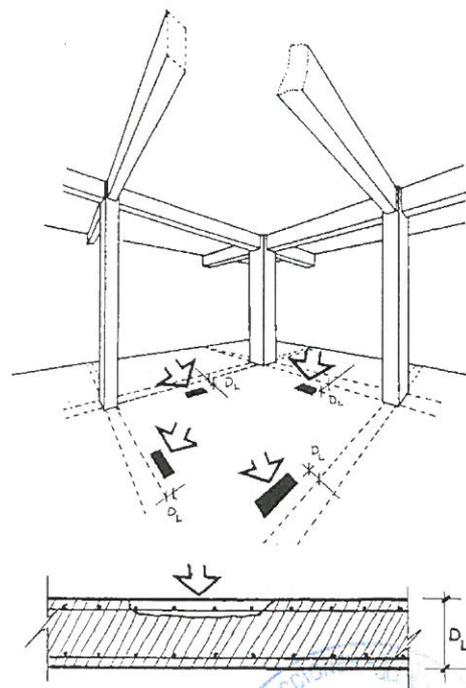
#### CALAS TIPO L<sup>+</sup>

Para la determinación de las características básicas de las armaduras principales de flexión frente a momentos positivos se practicará una cala por la cara inferior de la losa aproximadamente en el centro del vano de anchura suficiente en ambos sentidos para descubrir al menos cuatro armaduras en cada una de las dos direcciones, con profundidad bastante para medir con pie de rey el diámetro de todas las barras de la malla de armaduras más próxima a la superficie de hormigón y no superior en ningún caso a  $0,3 \cdot D_L$  ó 6 cm.



#### CALAS TIPO L<sup>-</sup>

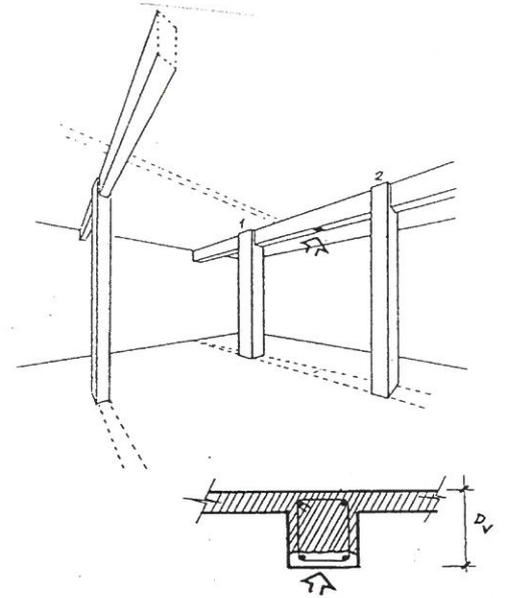
Para la inspección de armaduras principales de flexión frente a momentos negativos se efectuarán cuatro calas por cara superior de la losa a una distancia de la cara de la viga de apoyo igual a un canto de la losa y con anchura suficiente para descubrir en ambos sentidos al menos cuatro barras y profundidad bastante para medir con pie de rey el diámetro de todas las barras de la malla de armadura más próxima a la superficie de hormigón y no superior en ningún caso a  $0,3 \cdot D_L$  ó 6 cm.



### INSPECCIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO

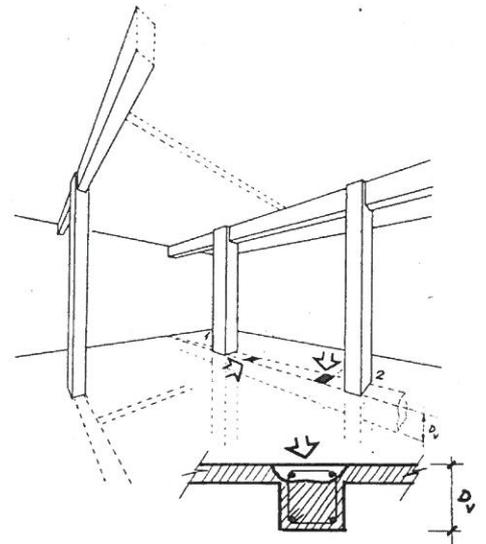
#### CALAS TIPO V<sup>+</sup>

Para la determinación de las características básicas de las armaduras principales de flexión frente a momentos positivos se practicará una cala en el fondo de la viga aproximadamente en el centro del vano, de anchura igual al canto de la viga y de unos 15 cm de longitud según el eje de la viga, con profundidad suficiente para medir con pie de rey el diámetro de todas las barras de la capa de armaduras más próximas a la superficie de hormigón, y no superior en ningún caso a  $0.3 \cdot D_v$  ó 6 cm.



#### CALAS TIPO V<sup>-</sup>

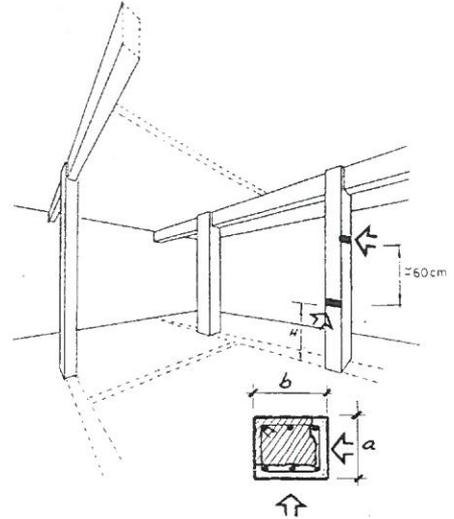
Para la inspección de armaduras principales de flexión frente a momentos negativos se efectuarán dos calas por cara superior de la viga (viga 1-2 de las figuras 1 y 2) a la distancia fijada, de anchura igual al ancho de la viga, de aproximadamente 50 cm de longitud según el eje de la viga para poder medir tres estribos consecutivos, y profundidad suficiente para medir con pie de rey el diámetro de todas las barras de la capa de armaduras más próxima a la superficie de hormigón, y en todo caso no superior a  $0.3 \cdot D_v$  ó 6 cm.



**INSPECCIÓN DE SOPORTES DE HORMIGÓN ARMADO**

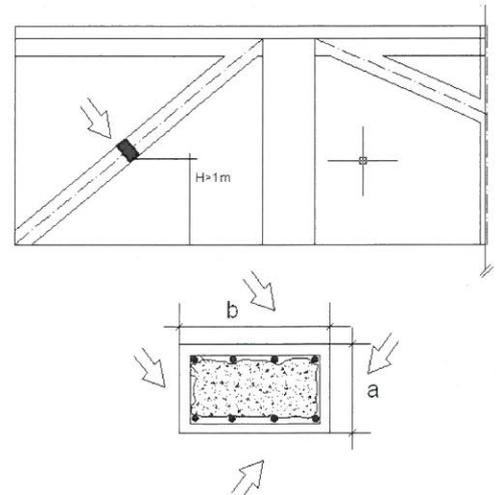
**CALAS TIPO S**

Para la inspección de armaduras de soportes de hormigón armado se practicarán dos calas en dos caras perpendiculares tal y como se indica en la figura, con anchura igual a las de cada cara, y con profundidad y altura suficientes para poder medir con *pie de rey* el diámetro de las armaduras (aunque la profundidad de la cala no superará los 5 cm). Las calas se practicarán a una altura H de la cara superior del forjado no inferior a 1 m.



**CALAS TIPO T**

Para la inspección de armaduras de tirantes de hormigón armado se practicarán calas en sus cuatro caras tal y como se indica en la figura, con anchura igual a las de cada cara, y con profundidad y altura suficientes para poder medir con *pie de rey* el diámetro de las armaduras (aunque la profundidad de la cala no superará los 5 cm). Las calas se practicarán a una altura H de la cara superior del forjado no inferior a 1 m.

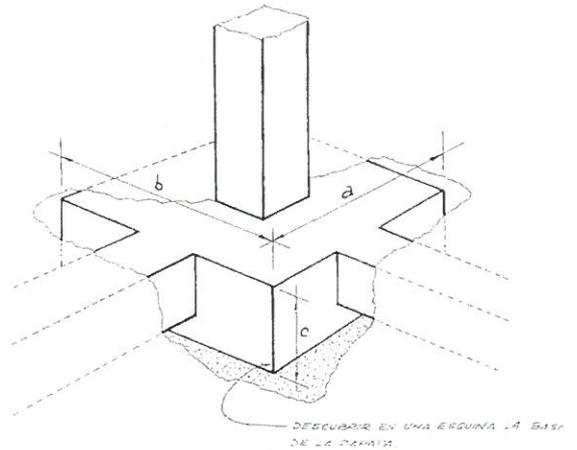


## INSPECCIÓN DE CIMENTACIÓN DE SOPORTES DE HORMIGÓN ARMADO

### CALAS TIPO CS

Para la inspección de zapatas de hormigón armado se practicarán calicatas en las localizaciones indicadas en plano de planta con el código C, de las siguientes características:

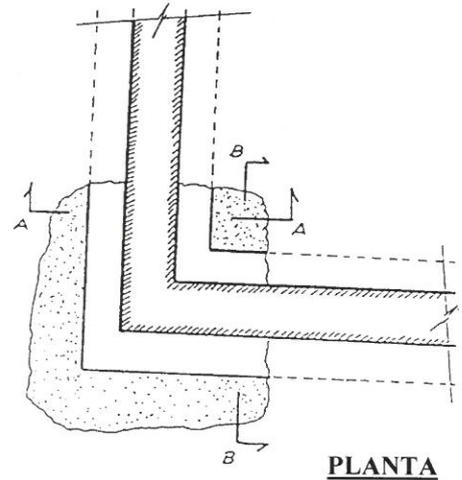
- La calicata descubrirá tres esquinas de la cara superior de la zapata para posibilitar la medición de las dimensiones a y b.
- En una de las esquinas se profundizará hasta descubrir la base de la zapata para medir su canto c.
- En caso de existir vigas riostras o de atado se descubrirá su arranque de la zapata con amplitud suficiente para medir las dimensiones de sus secciones rectas ( $b_1$ ,  $c_1$ ,  $a_1$ ,  $c_2$ ).



### INSPECCIÓN DE CIMENTACIÓN DE MUROS

#### CALAS TIPO CM

Para la inspección de la cimentación de los muros se practicará una cala que descubra la cara superior de la zapata con extensión suficiente para medir el retranqueo que se señala en la figura n° 5 en las dos secciones A-A y B-B (véase la figura n° 4), y profundizando en uno de sus bordes hasta alcanzar la cota de asiento de la cimentación (para medir la profundidad de la zapata según se indica en la figura n° 5). En caso de que la calicata supere los 1.50 m de profundidad, se entibará la excavación.



## 5. PROCEDIMIENTO PARA LA REPARACIÓN DE LAS CALAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

El procedimiento para la reparación de las calas realizadas en elementos de hormigón es el siguiente:

- Primeramente se procederá al desprendimiento por medios mecánicos de los fragmentos de hormigón no firmemente adheridos al elemento a recomponer, tratando de conseguir que la superficie sea de árido fracturado y no de árido desprendido.
- Sobre estas superficies, deberá emplearse una resina epoxídica que garantice la correcta adherencia entre el hormigón existente y el material de relleno a emplear. La resina podrá ser de tipo SIKADUR 32 FIX, KRAUTOXIN 1417 u otro similar. El grado de sequedad de la superficie a tratar será el adecuado dependiendo del tratamiento a aplicar.
- Para el relleno de la cala se utilizará un mortero de expansión controlada (sin retracción). El mortero tendrá la consistencia de masa para espatular y se aplicará mediante llana antes de que se produzca el endurecimiento de la resina.
- En su defecto, se puede aplicar sobre las superficies ya preparadas, un mortero de reparación tipo SIKADUR 41. MORTERO.

Para el correcto curado del mortero, deberán seguirse específicamente las instrucciones de curado facilitadas por el fabricante.



Este documento consta de dieciséis páginas numeradas y selladas y dos apéndices.

Madrid, 29 de abril de 2009

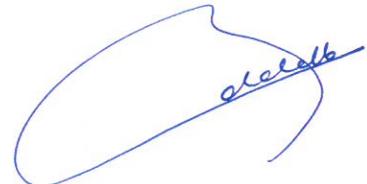
SECCIÓN I DE ESTUDIOS DE  
PATOLOGÍA



Fdo. Laura Menéndez Martínez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

EL JEFE DE LA SECCIÓN I DE  
ESTUDIOS DE PATOLOGÍA



Fdo. Enrique Calderón Bello

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-08032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA N° 1 DE 6

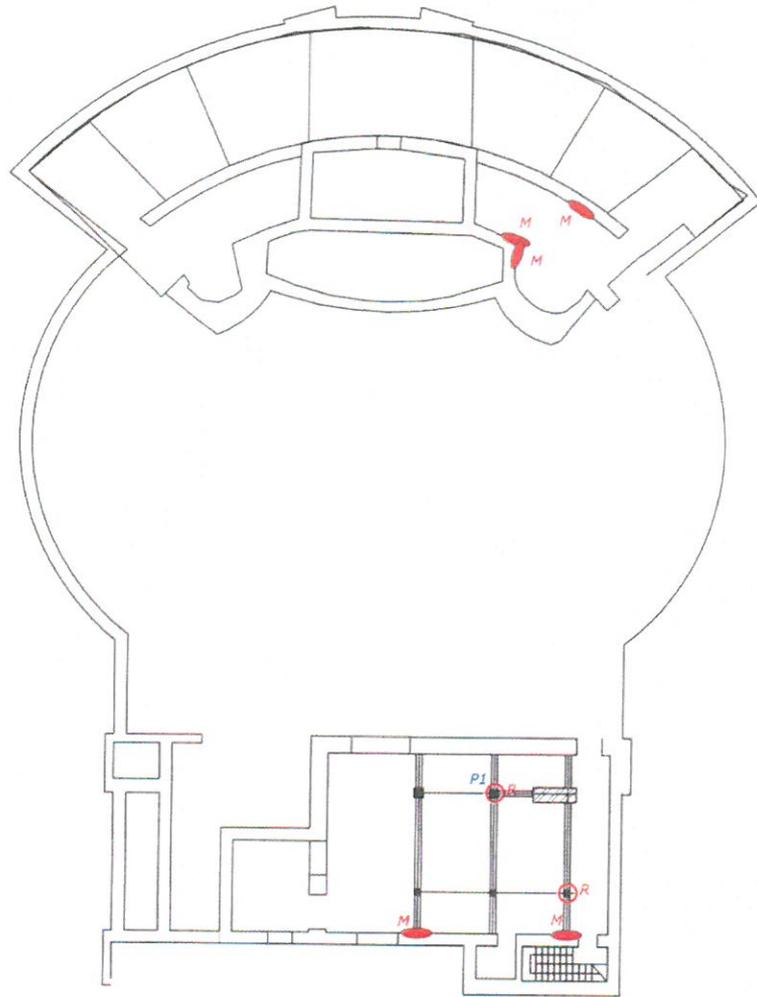
**APÉNDICE N° 1: CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE RETIRADA DE ACABADOS  
Y LOCALIZACION DE PUNTOS PARA REALIZACIÓN DE  
ENSAYOS**

**Leyenda:**

ROZAS TIPO R: Se retirarán los acabados a tres alturas de los soportes indicados.

ROZAS TIPO A: Se retirarán los acabados de techo indicados.

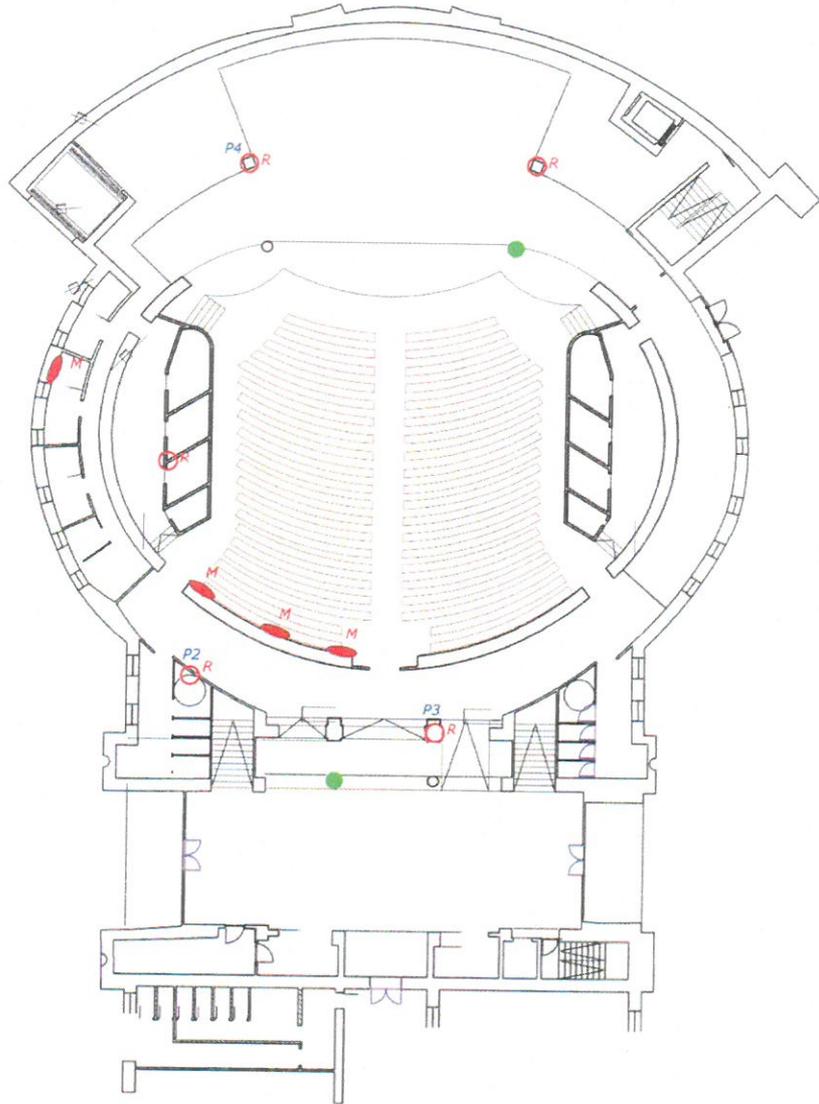
ROZAS TIPO M: Se retirarán los acabados de los muros o paramentos verticales indicados.



## TEATRO Pa SOT -1

### leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- P1 Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Taladros de diámetro (2.5" - 5cm) en pilares aparentemente de piedra



## TEATRO PaBa

### leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- P1 Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Taladros de diametro (2.5-5cm) en pilares aparentemente de piedra



METIRE UT SCIAS

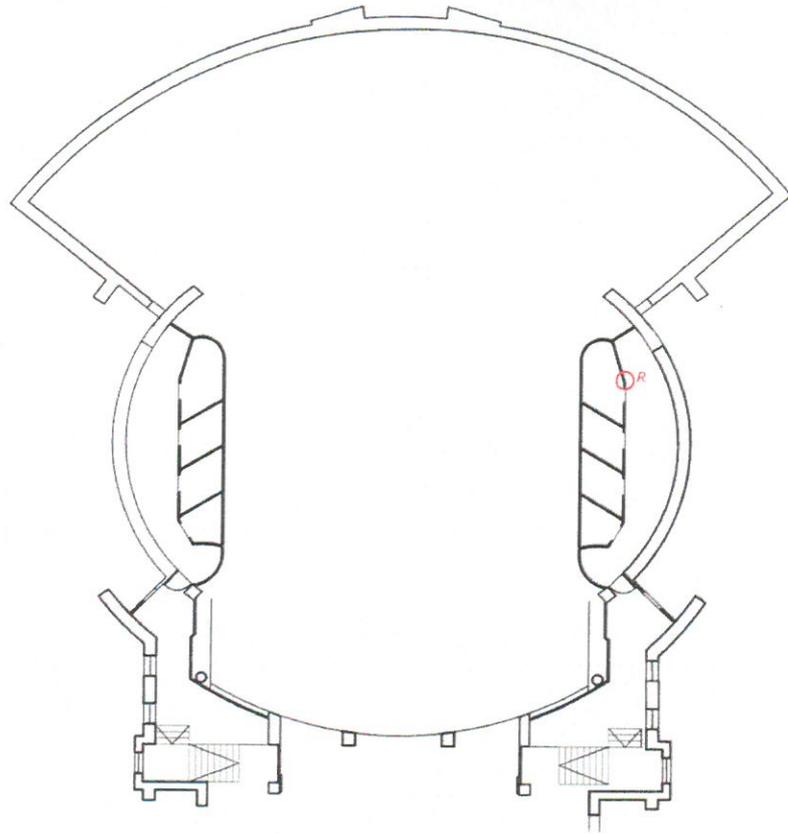
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-08032/E

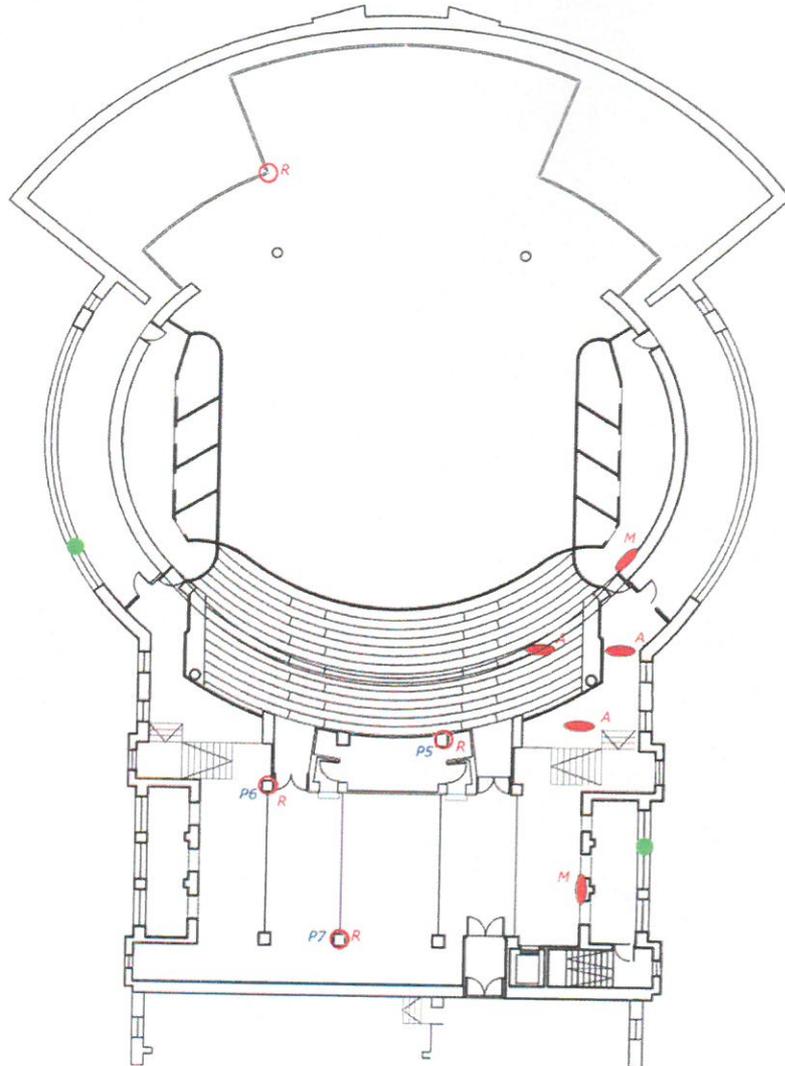
FECHA: 2009-04-29

HOJA N° 4 DE 6



## TEATRO Pa INTERMEDIA leyenda

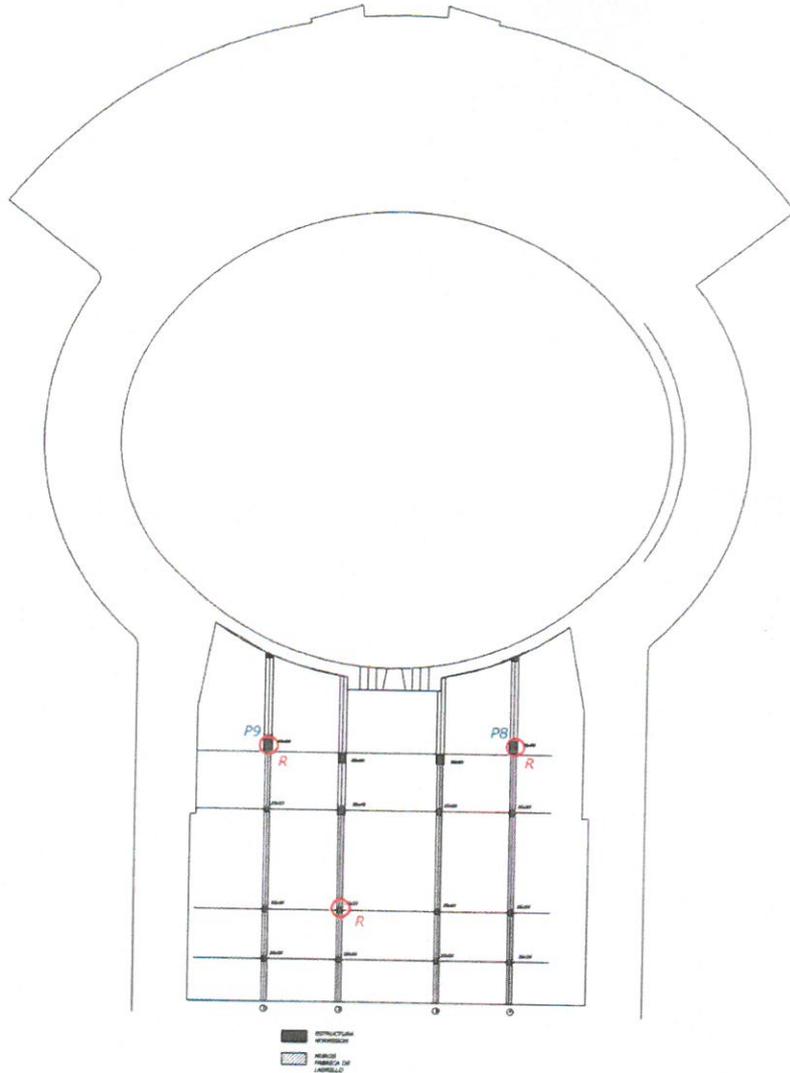
- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- Pi Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Taladros de diametro (2,5-5cm) en pilares aparentemente de piedra



## TEATRO Pa'1a

### leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- P Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Taladros de diametro (2.5-3cm) en pilares aparentemente de piedra



## TEATRO Pa2a

### leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- Pi Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Tallados de diametro (2.5-5cm) en pilares aparentemente de piedra



## APÉNDICE N° 2: CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE CALAS Y CALICATAS

### Leyenda:

CALAS TIPO  $F^+$ ,  $C^+$ ,  $L^+$  y  $V^+$ : Calas en la cara inferior de las vigas, forjados unidireccionales *in situ*, forjados cerámicos, losas y vigas, que se realizarán en el techo de la planta indicada en los planos.

CALAS TIPO  $F$ ,  $C$ ,  $L$  y  $V$ : Calas en la cara superior de las vigas, forjados unidireccionales *in situ*, forjados cerámicos, losas y vigas, que se realizarán en el suelo de la planta superior a la indicada en los planos.

CALAS TIPO  $T$ : Cala en tirantes de hormigón, que se realizarán en la planta indicada en el plano.

CALAS TIPO  $S$ : Calas en pilares, que se realizarán en la planta indicada en el plano.

CALAS TIPO  $B$ : Taladros en bóvedas, que se realizarán en la planta indicada en el plano.

CALICATAS TIPO  $C$ : Se realizarán desde la planta semisótano.



METIRE UT SCIAS

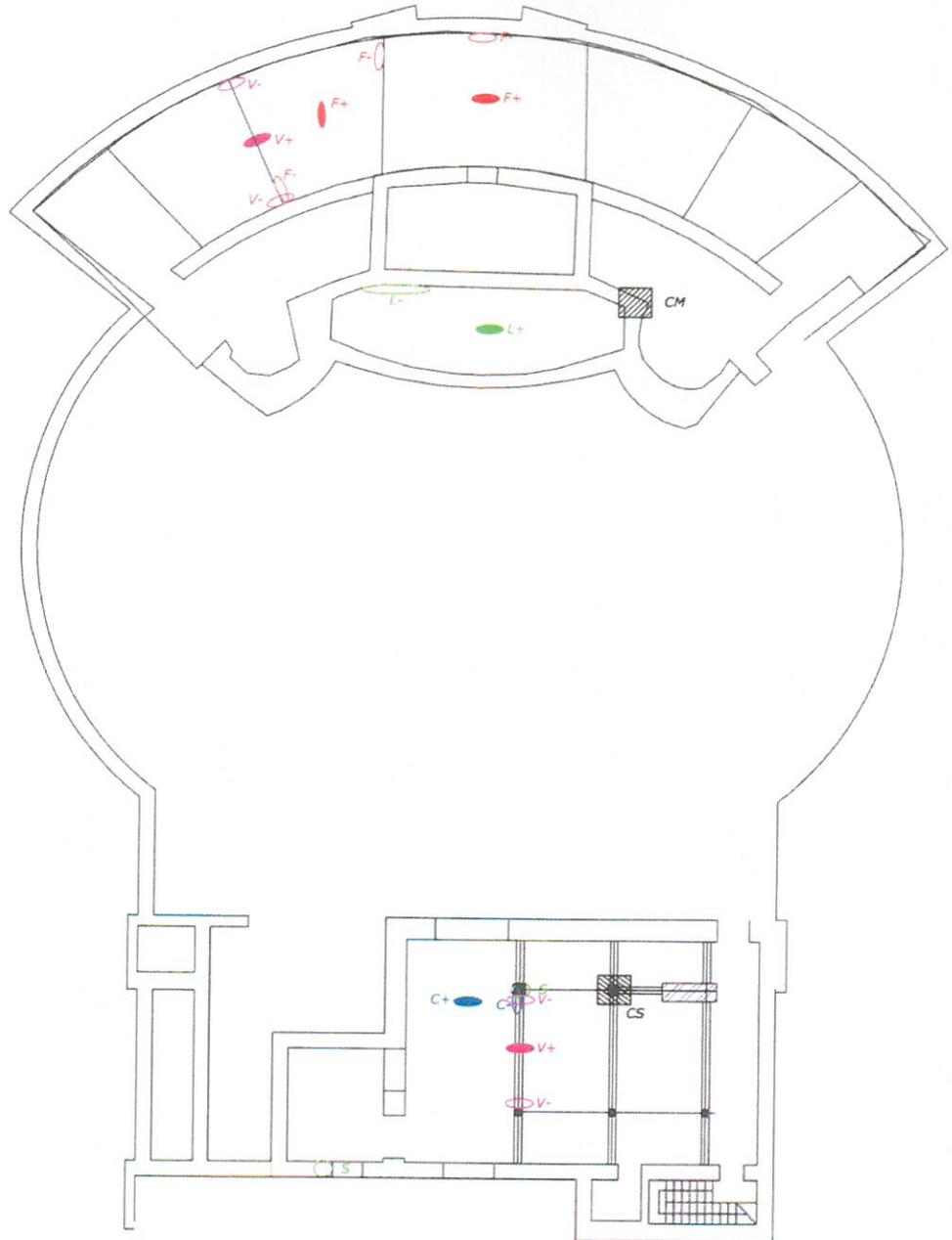
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-08032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA N° 2 DE 7



**TEATRO Pa SOT -1**



METIRE UT SCIAS

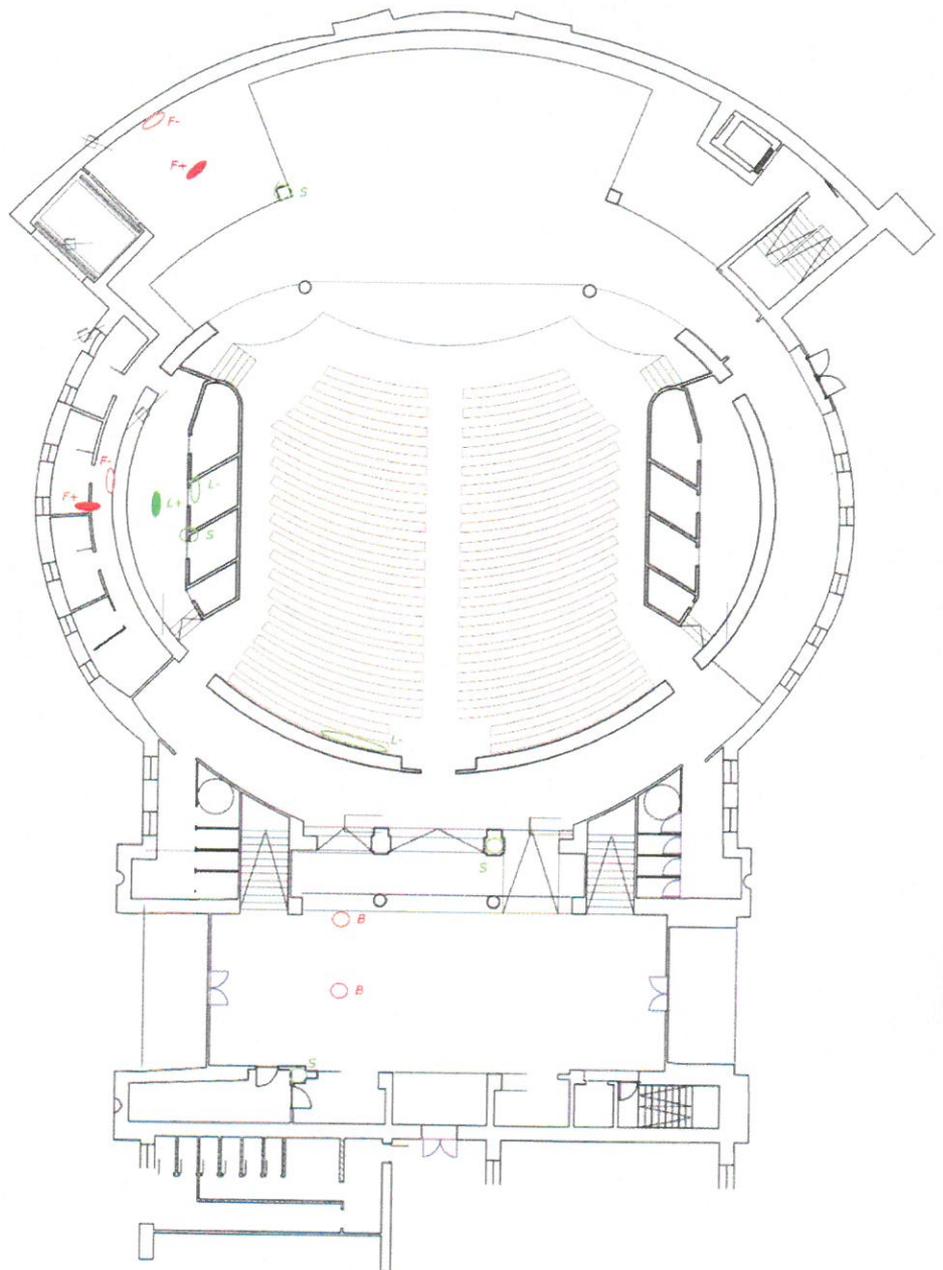
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-08032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA N° 3 DE 7



**TEATRO PaBa**



METIRE UT SCIAS

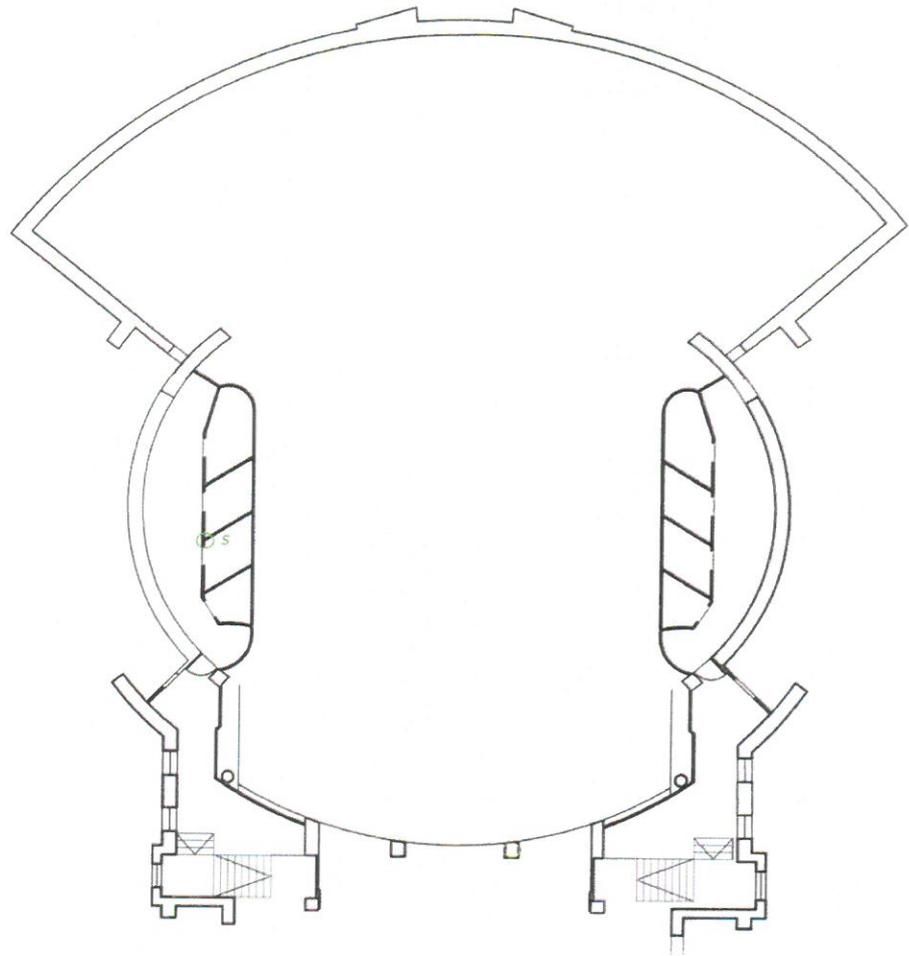
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-08032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA N° 4 DE 7



**TEATRO Pa INTERMEDIA**



METIRE UT SCIAS

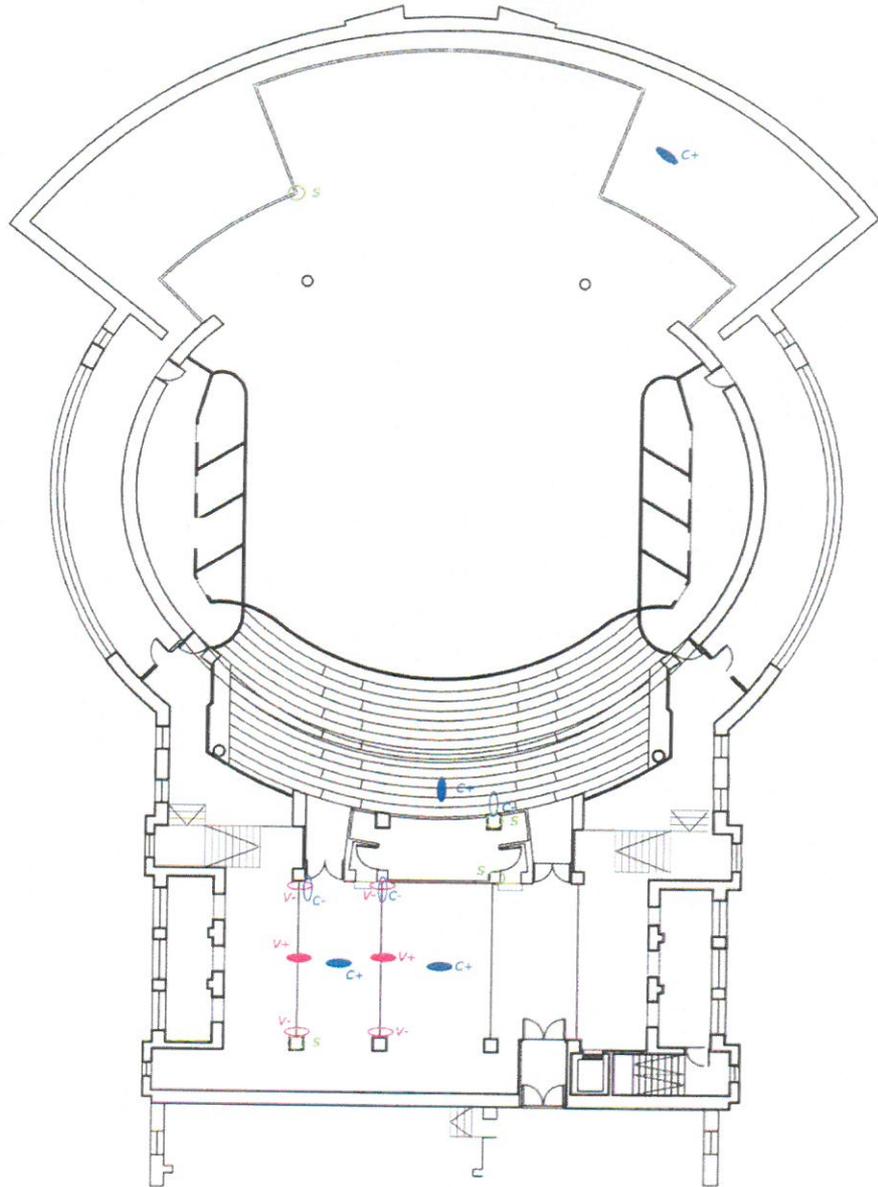
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-08032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA N° 5 DE 7



*TEATRO Pa'1a*



METIRE UT SCIAS

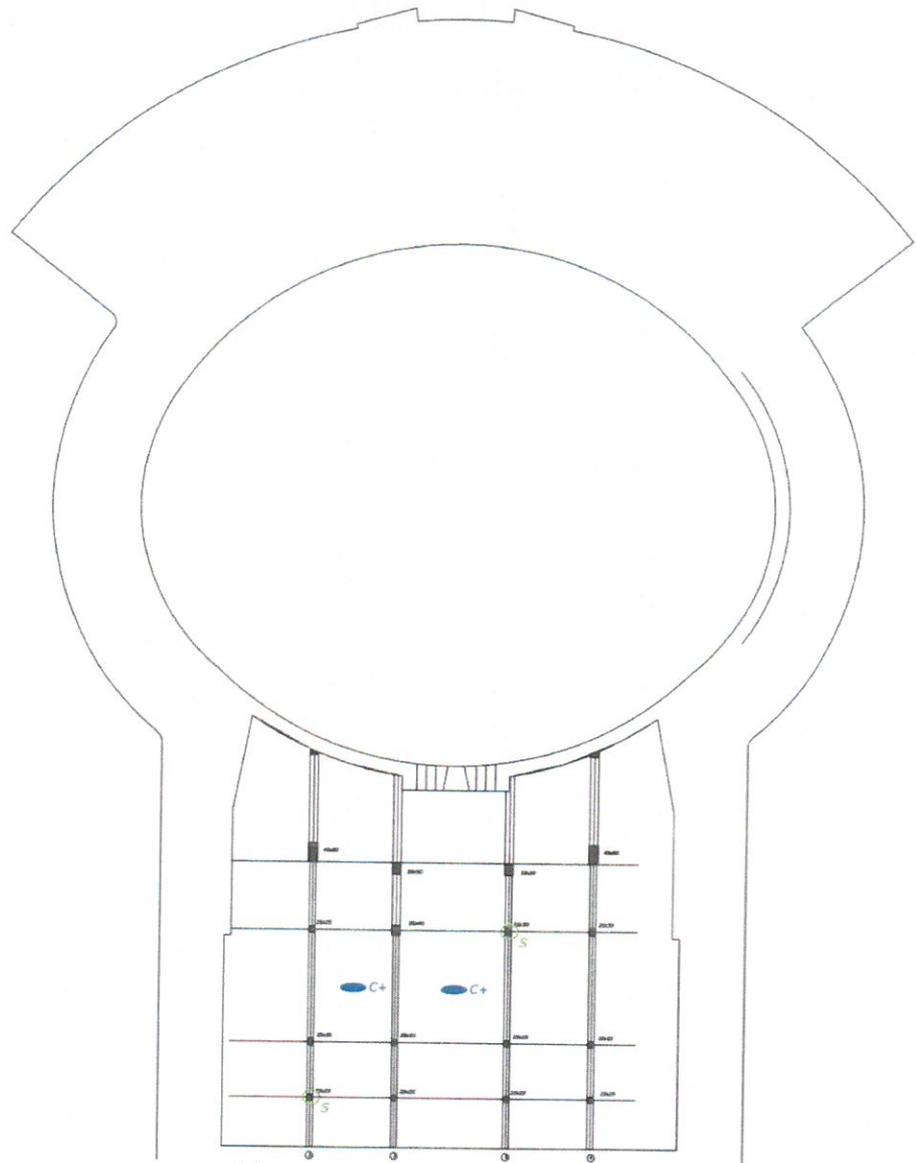
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-08032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA Nº 6 DE 7



CERCHA 1

CERCHA 2

**TEATRO Pa2a**



METIRE UT SCIAS

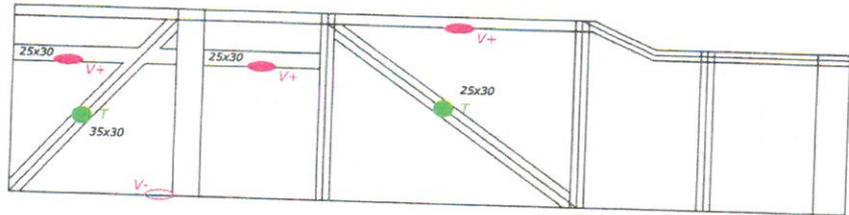
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

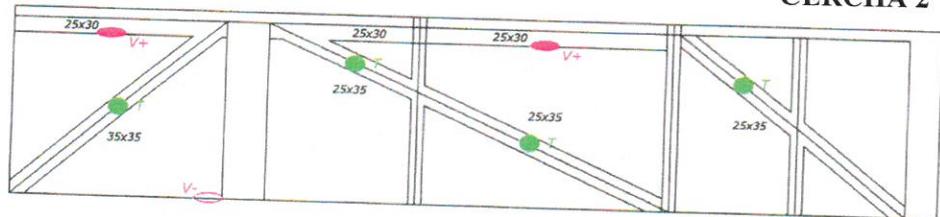
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-08032/E

FECHA: 2009-04-29

HOJA N° 7 DE 7



**CERCHA 2**



**CERCHA 1**

**CERCHAS pa2a**





METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 1 DE 135

**ANEJO N° 3: RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN DE CALAS Y  
RETIRADA DE ACABADOS**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 2 DE 135

**PLANOS DE LOCALIZACIÓN DE CALAS Y CALICATAS**



METIRE UT SCIAS

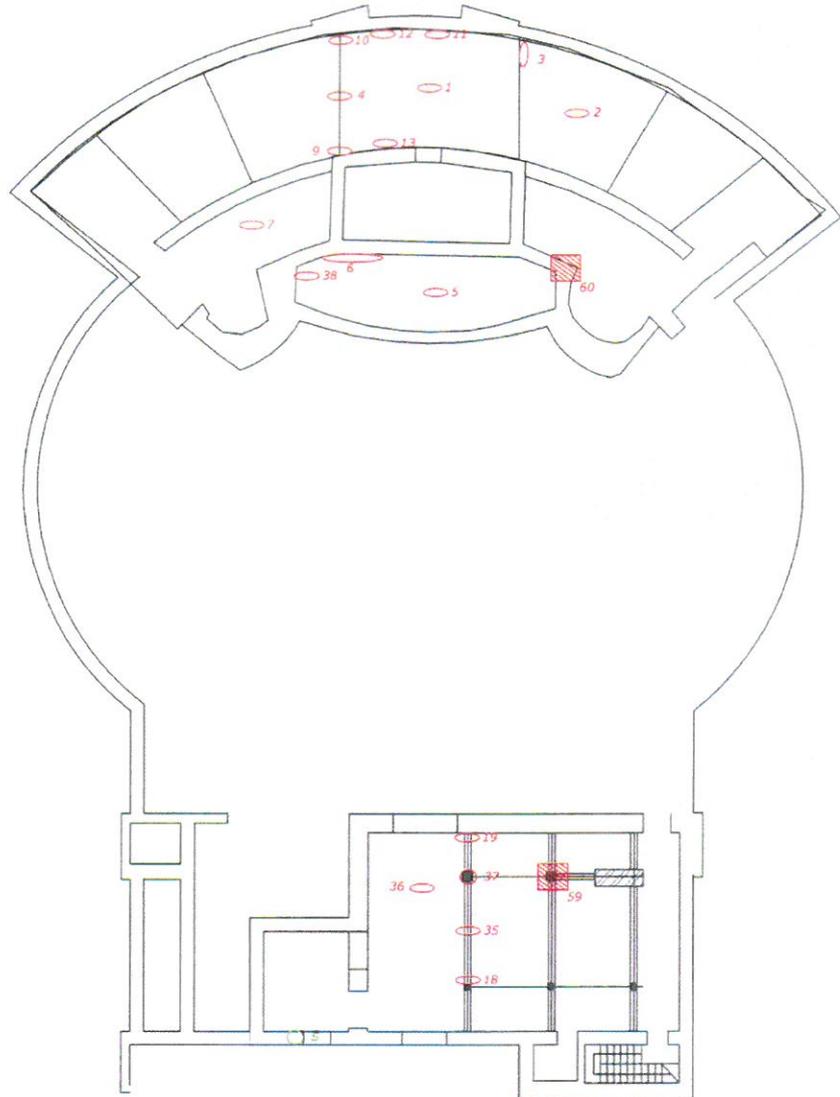
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 3 DE 135



**TEATRO Pa SOT -1**



METIRE UT SCIAS

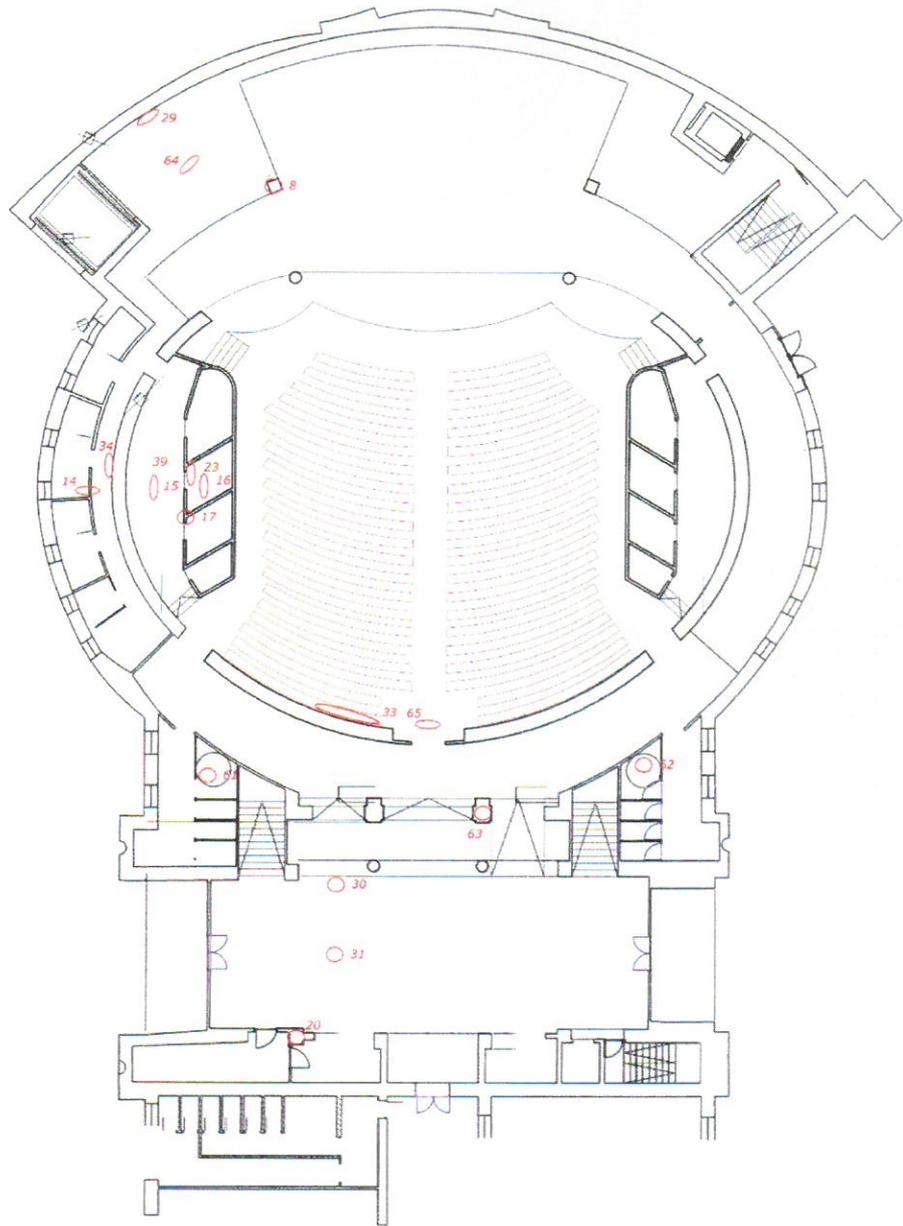
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

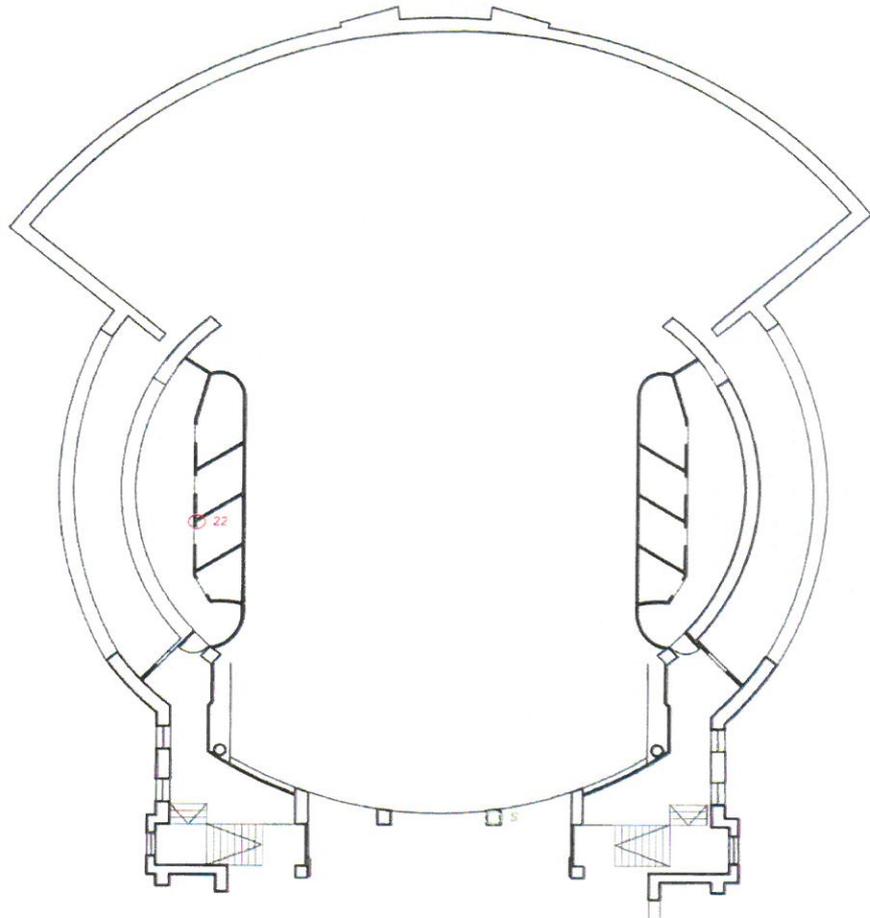
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 4 DE 135



**TEATRO PaBa**



**TEATRO Pa INTERMEDIA**



METIRE UT SCIAS

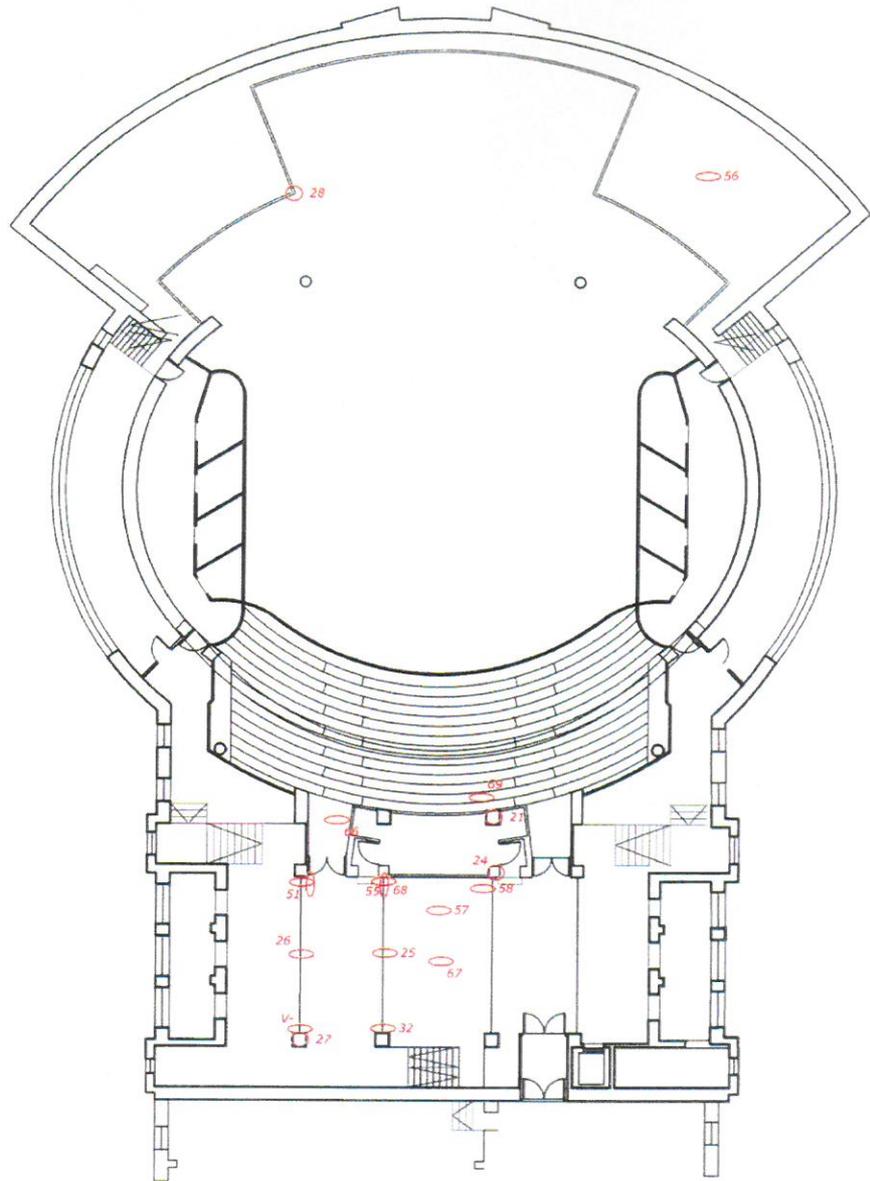
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

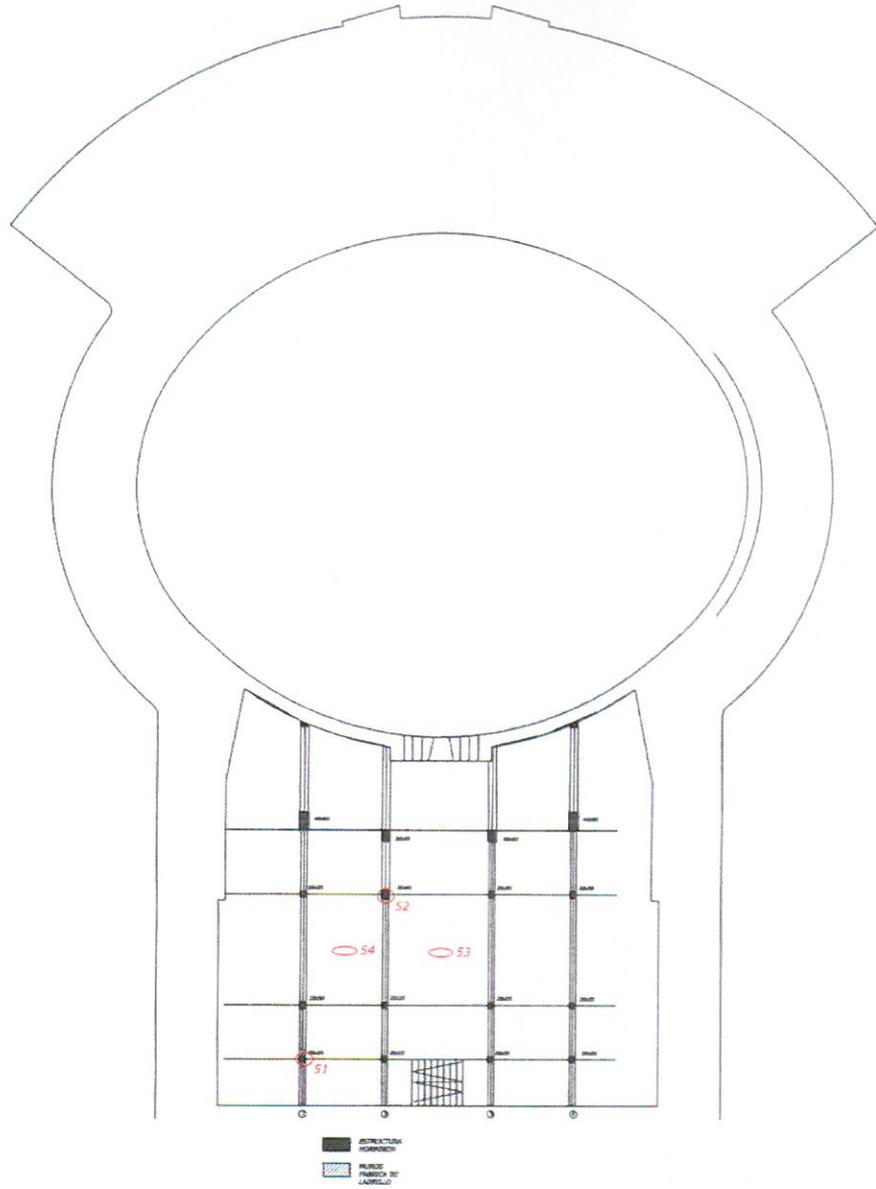
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA Nº 6 DE 135



**TEATRO Pa'1a**



**TEATRO Pa2a**



METIRE UT SCIAS

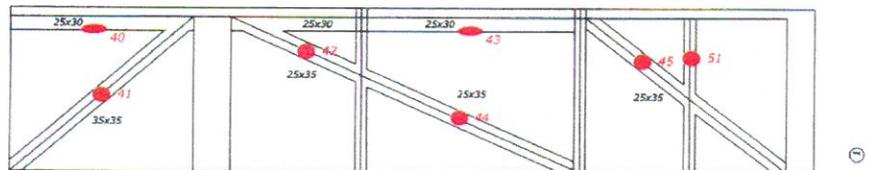
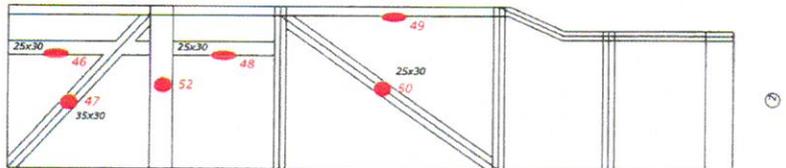
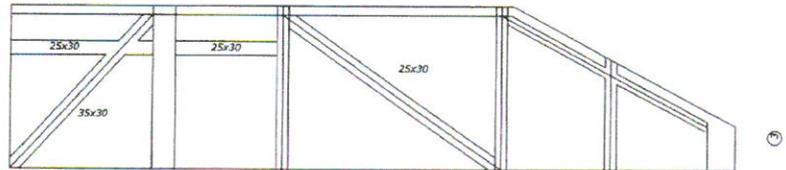
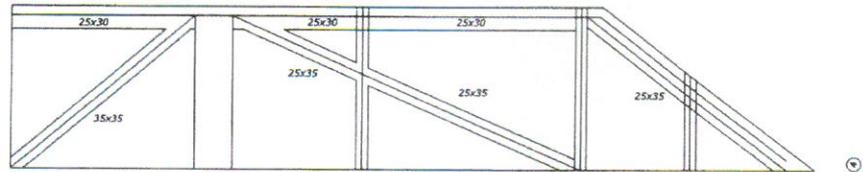
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 8 DE 135



*CERCHAS Pa2a*



**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

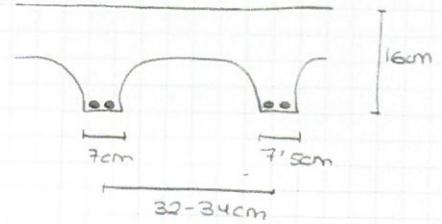
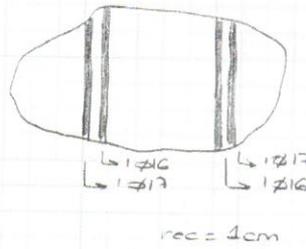
HOJA N° 9 DE 135

**CROQUIS DE CALAS**



asunto: SALÓN DE ACTOS DE LA UNIV. LAOAZAL

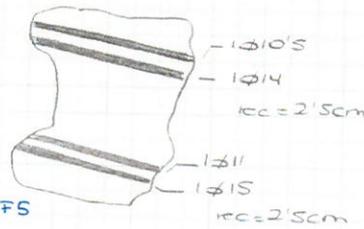
1 F+ SOSTAÑO



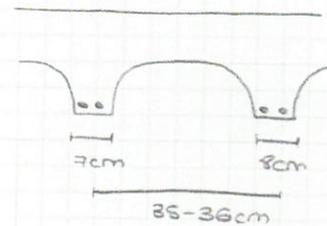
F1 y F2

F3 Front carbonatado detrás lazoa combinado yeso

2. F+ SOSTAÑO

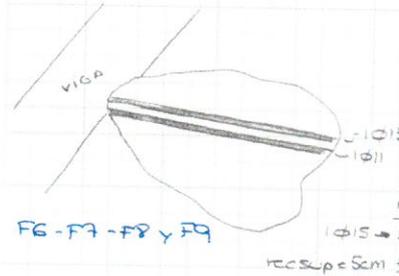


F3 - F4 y F5

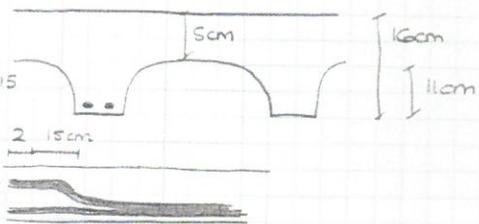


3. F+ SOSTAÑO

La armadura de neopélicas bajo a dentados



F6 - F7 - F8 y F9



 <b>INTEMAC</b> <small>INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES</small>	REFERENCIA	HOJA Nº 1
		DE



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

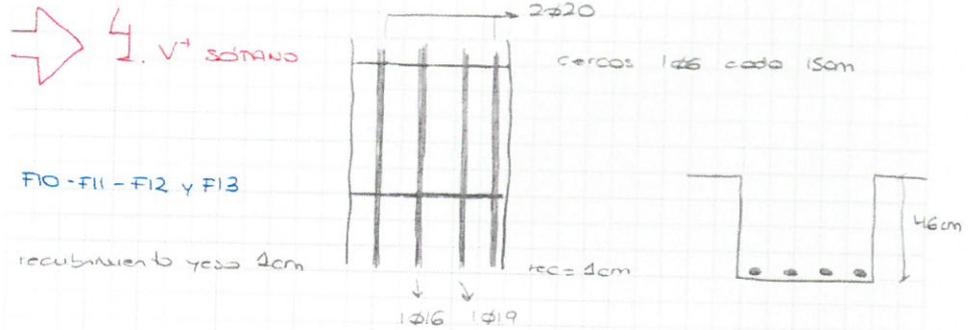
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA Nº 11 DE 135

asunto:

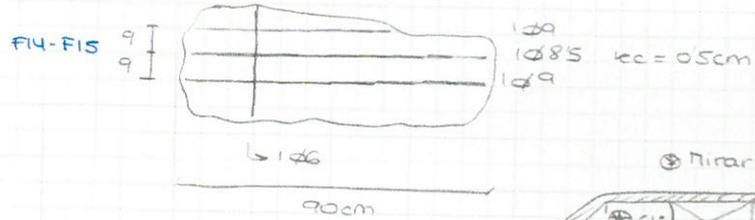
4. V<sup>+</sup> sótano



F10 - F11 - F12 y F13

FS2 Frente carbonatado x detrás de barras acabado yeso

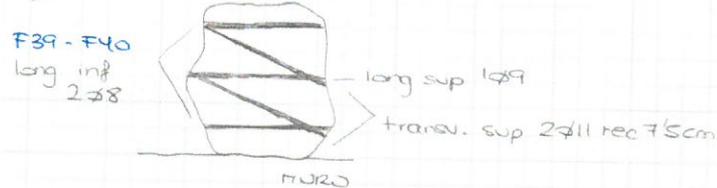
5. L<sup>+</sup> sótano



F14 - F15

FS4 Frente carbonatado x detrás de barras recubrimiento yeso

6. L<sup>+</sup> sótano canto lava 16cm



F39 - F40

 <b>INTEMAC</b> <small>INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES</small>	REFERENCIA	HOJA Nº 2
		DE



METRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

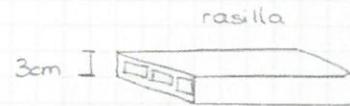
HOJA N° 12 DE 135

asunto:

7 B. SÓTANO

F19 - F20 - F21

F22 y F23



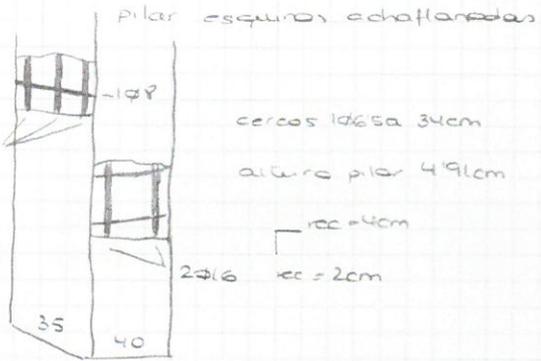
8. P. BAJA

F24 - F25 y F26

cc=4cm

cc=35 3φ16

F31 Frente carbonado  
y detrás barras  
acabado yeso



cercos 1φ6/5a 34cm

altura pilar 491cm

cc=4cm

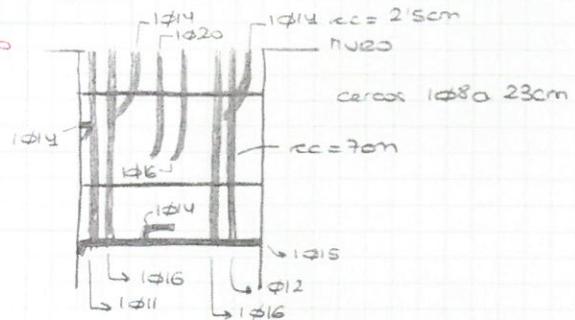
cc=2cm

9. V. SÓTANO

F29 - F30 - F31 y F32

F30 dirección vista

F31



1φ14 cc=2.5cm

1φ20

cercos 1φ8/5a 23cm

cc=7cm

1φ14

1φ16

1φ12

8.0101



METRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

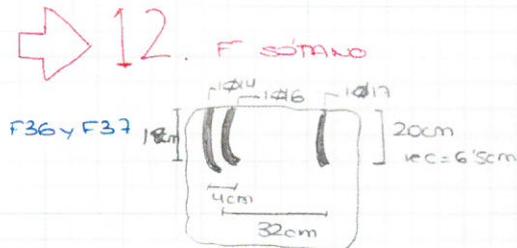
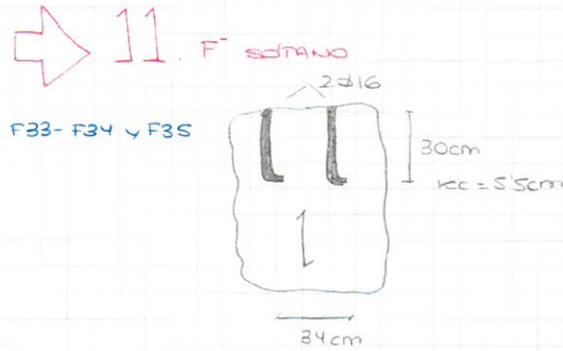
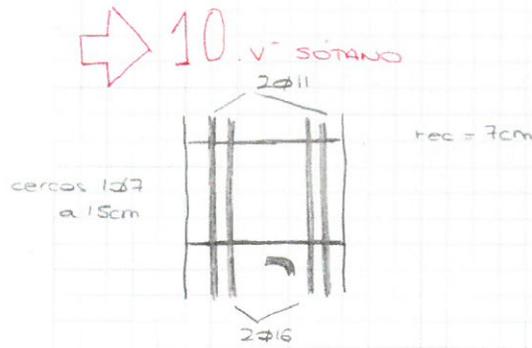
REFERENCIA

HOJA N° 3

DE



asunto:



8.0101

 INTEMAC INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES	REFERENCIA	HOJA N° 4
		DE



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

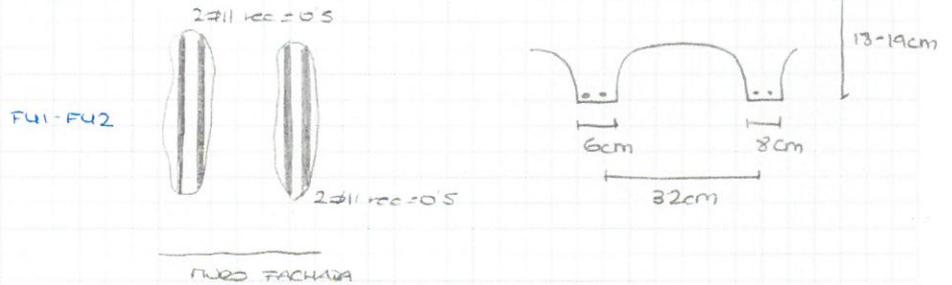
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

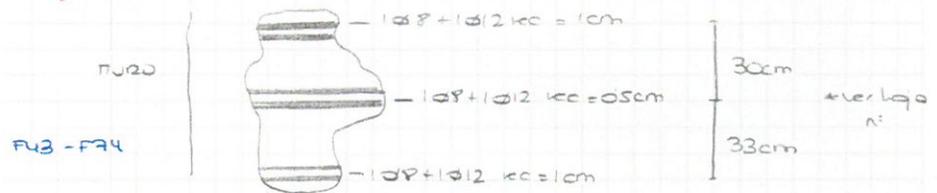
HOJA Nº 14 DE 135

asunto:

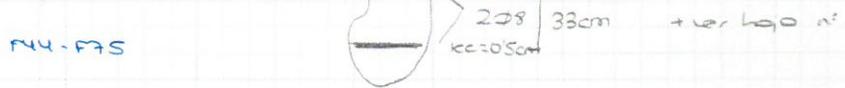
14 F+ BAJA



15 L+ BAJA



16 L+ BAJA



17 P BAJA



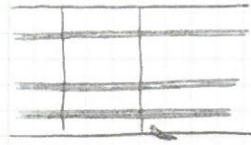
8.0001

<p>INTEMAC INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES</p>	REFERENCIA	HOJA Nº 5
		DE

asunto:

➔ 18. V° SOTANO

F46

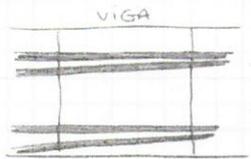


cercos 1 Ø6 a 14cm

3 Ø12 cec = 8cm + mortero 3cm  
+ baldosa 2.5cm  
+ mortero baldosa 4cm

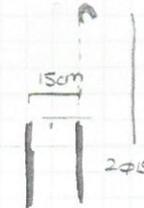
➔ 19. V° SOTANO

F47



cercos = 1 Ø6 a 28cm

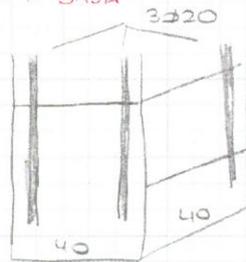
F138-F139  
F140-F141  
F142-F143



Forzados  
cant total 28  
capo comp 45  
baldosa entg 35  
mortero 7cm  
baldosa 1cm  
cec 14 = 1cm

➔ 20 P BAJA

F48-F49



cercos 1 Ø7 a 22cm

frent carbonatado = 4.5cm

cec = 3.5cm  
cec = 3cm

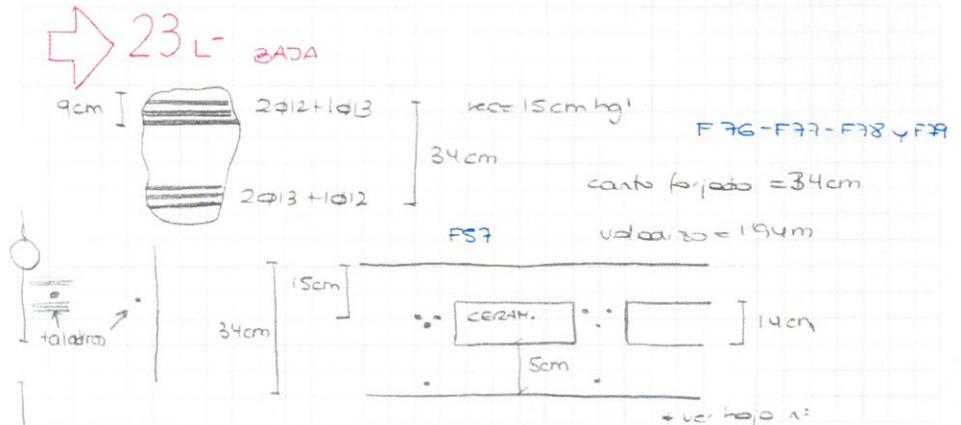
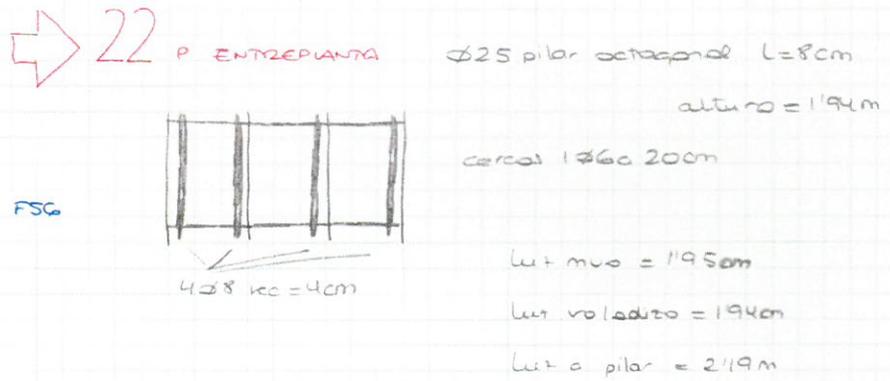
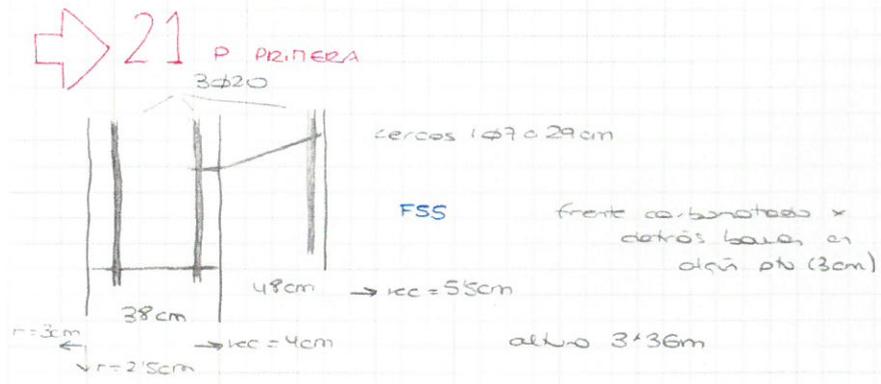
altura pilar 3.29m

frent carbonatado 2cm

B.0101

<p>INTEMAC METIRE UT SCIAS</p> <p>INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES</p>	REFERENCIA	HOJA N° 6
		DE

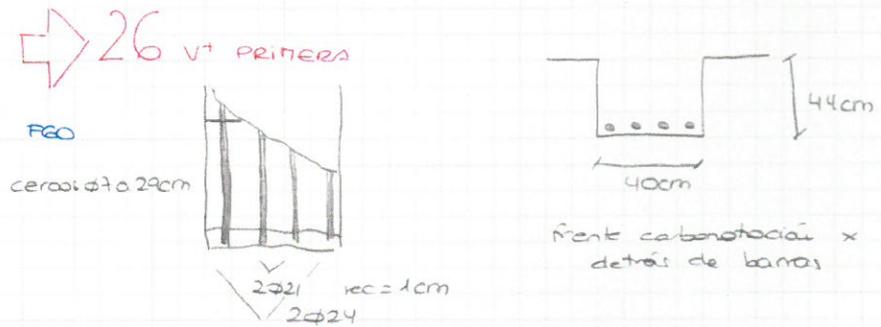
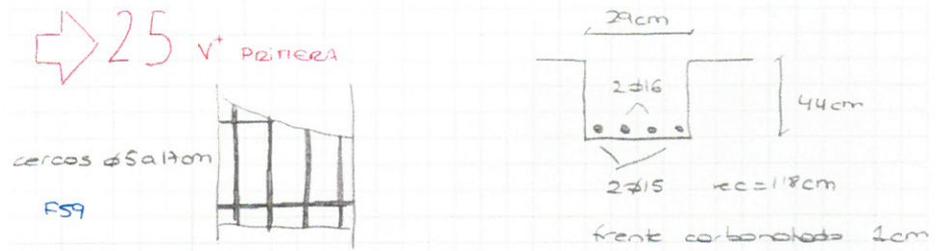
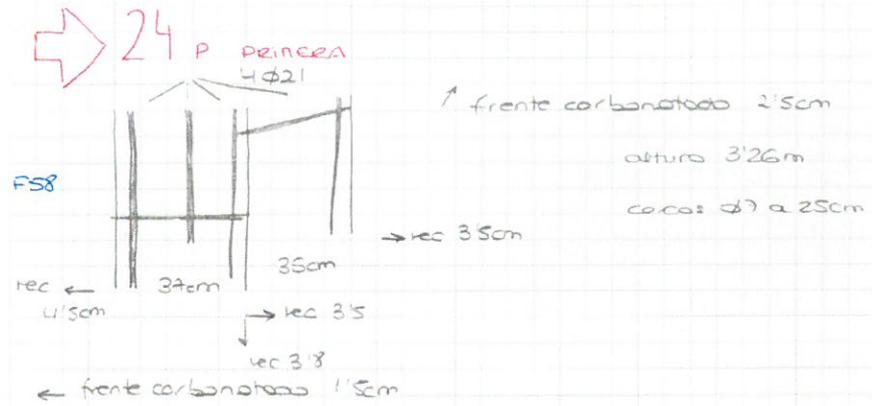
asunto:



<p>INTEMAC METIRE UT SCIAS</p> <p>INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES</p>	REFERENCIA	HOJA Nº 7
		DE

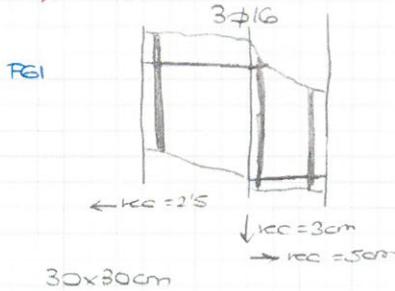


asunto:



asunto:

➔ 27 p PRIMERA

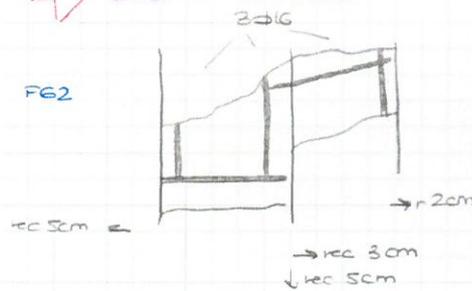


Frent carbonatación y detrás  
barras

altura 194m

cercos 1 φ 5'S a 22cm

➔ 28 p PRIMERA



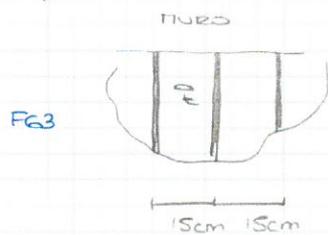
35x35cm

cercos 1 φ 5'S a 28cm

frent carbonatación 2cm

altura pilar 3'91m

➔ 29 F → C BADA

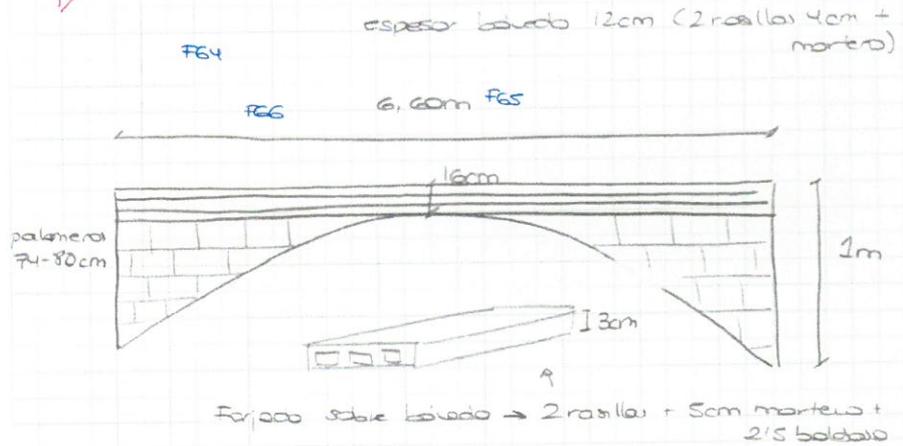


3φ12 lcc 7cm + 3cm marteo + 2 boldado

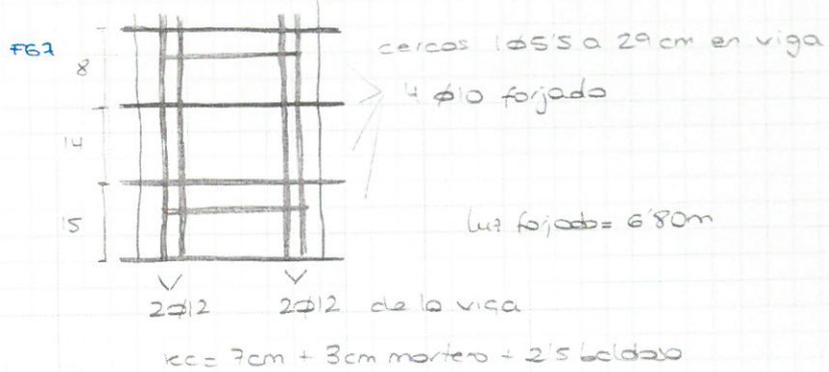
canto del taladro 30cm?

asunto:

→ 30 y 31 B



→ 32 V-PRINCES



→ 33 L-BAJA



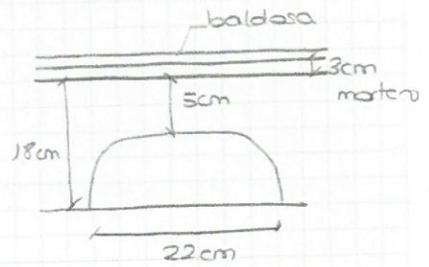
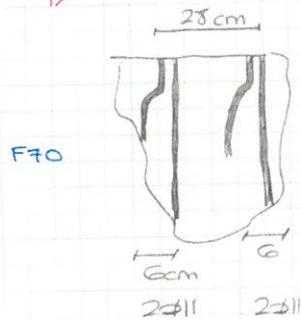
8.0101

 INTEMAC INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES	REFERENCIA	HOJA Nº 10
		DE

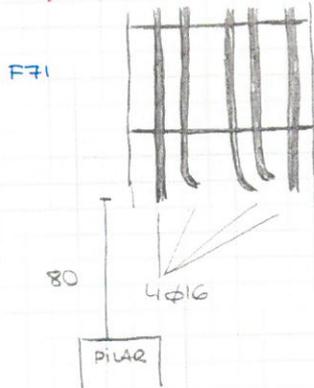


asunto:

→ 34 F<sup>-</sup> BADA



→ 35 v<sup>+</sup> SOTANO - 1ϕ12



cercas 1c ϕ5'5 a 37cm



frente colaboración 0'5m

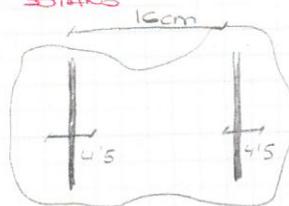
Luz 3m + 1'40m

armadura negativos bajo o positivos

→ 36 c<sup>+</sup> SOTANO

Luz 4'23m

F72



ϕ15 ϕ15 rec = 1cm

0.000



INTEMAC

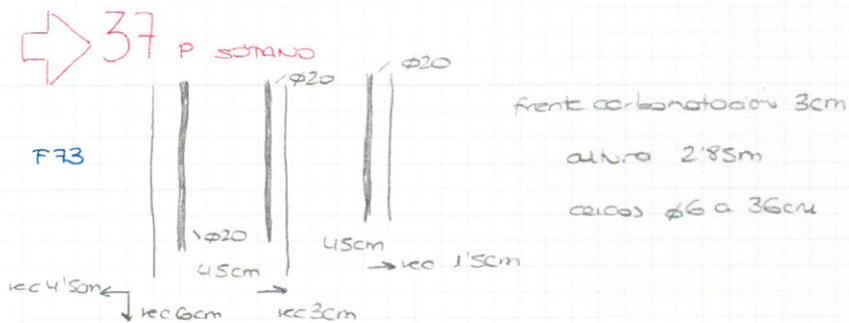
INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA

HOJA N° 11

DE

asunto:



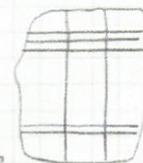
➔ 38 L- SOSTANO

① cala L-



armadura transv. superior φ11 a 8cm

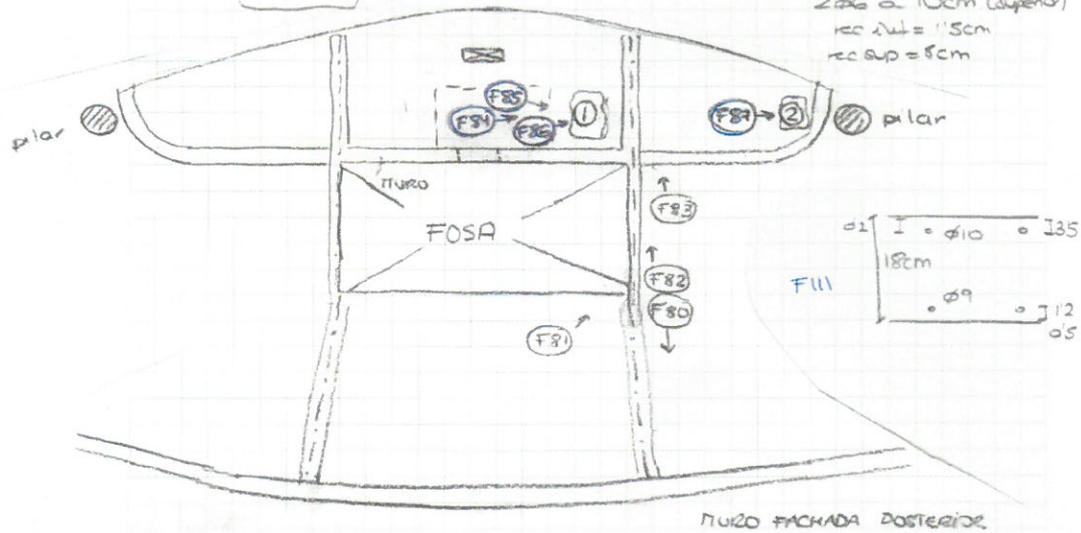
② cala L-



2φ6 a 10cm (superior)

rec 2'1 = 1'5cm

rec sup = 8cm

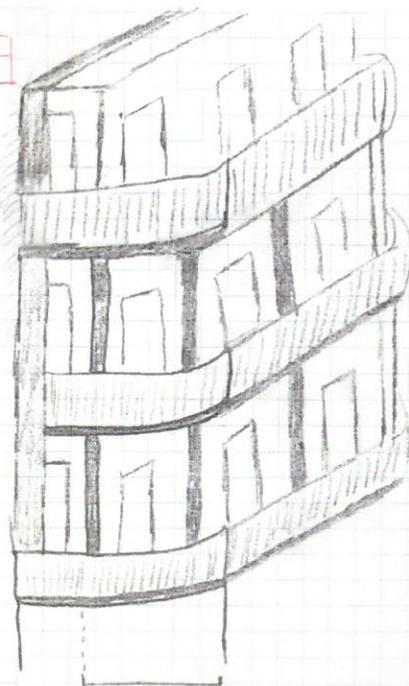


8.0101

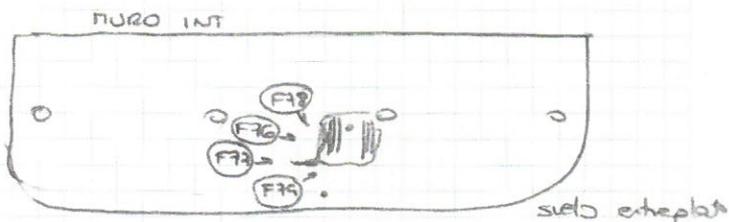
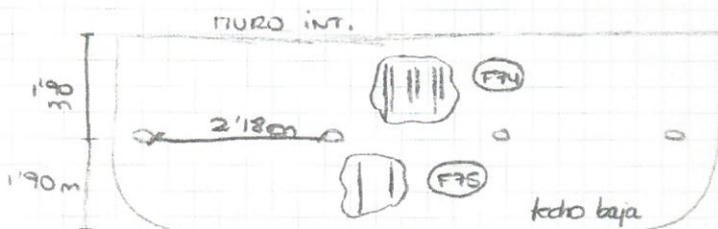
 <p>INTEMAC</p> <p>INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES</p>	REFERENCIA	HOJA N° 12
		DE

asunto:

→ 39



vuela cara pila, - externo voladizo 1'90m

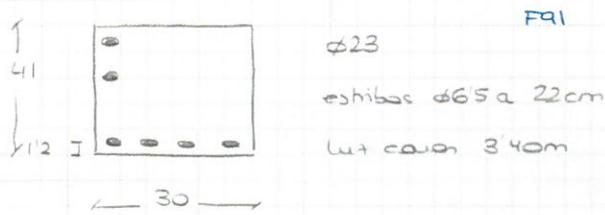


E.0101

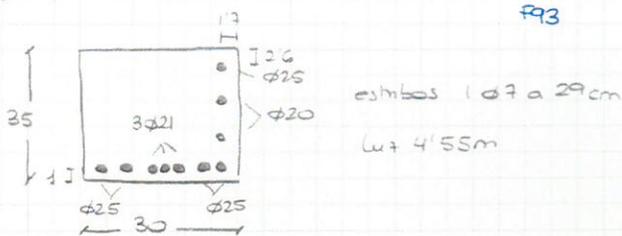
	REFERENCIA	HOJA N°
		DE 13

asunto:

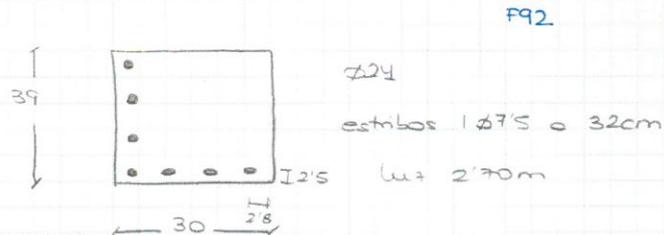
→ 40 TIRANTES CALA B



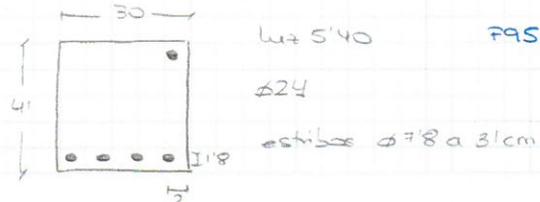
→ 41 TIRANTE CALA D



→ 42 TIRANTE CALA C



→ 43 TIRANTE CALA F



8.0101

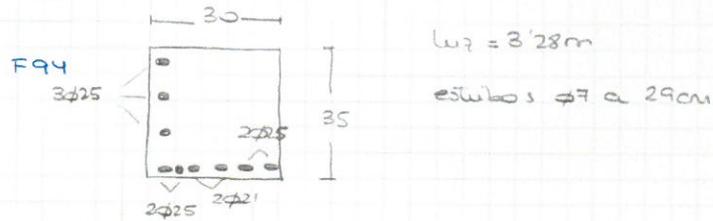
 <p>INTEMAC INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES</p>	REFERENCIA	HOJA N° 14
		DE



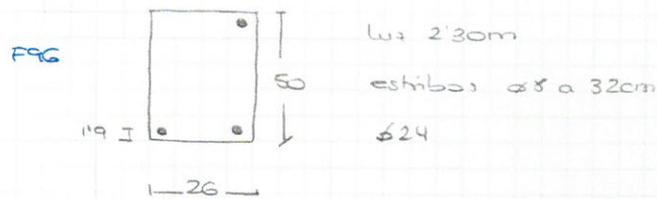
METIRE UT SCIAS

asunto:

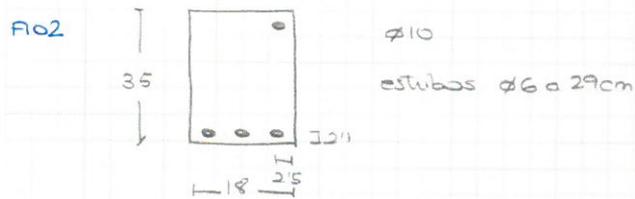
44 TIRANTE CAVA E



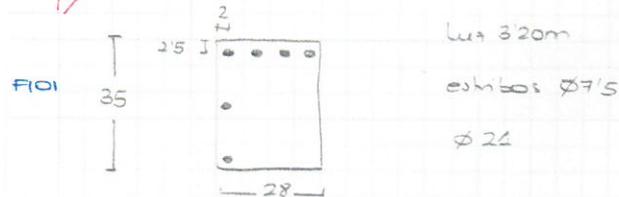
45 TIRANTE CAVA G



46 TIRANTE CAVA M



47 TIRANTE CAVA L



 <b>INTEMAC</b>	REFERENCIA	HOJA Nº 15
		DE



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

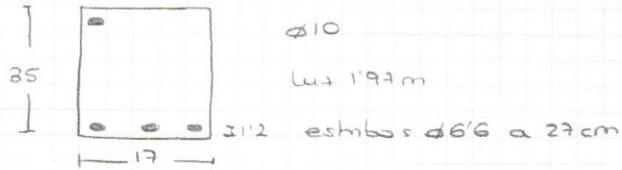
FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 25 DE 135

asunto:

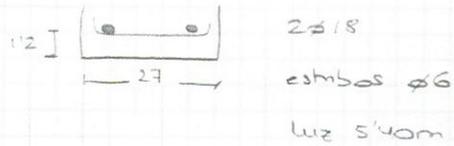
→ 48 TIRANTE CAVA K

F100



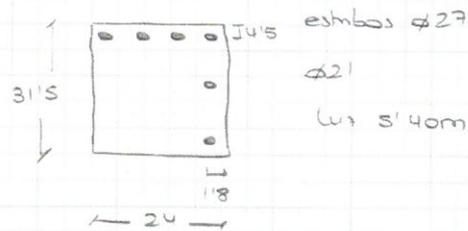
→ 49 TIRANTE CAVA J

F99

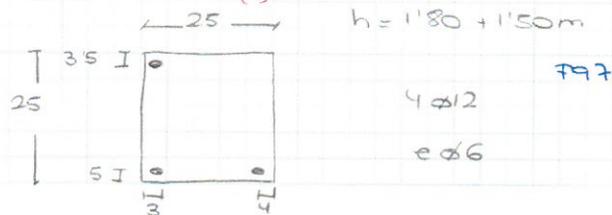


→ 50 TIRANTE CAVA I

F98



→ 51 TIRANTE CAVA H (P)



81001



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA

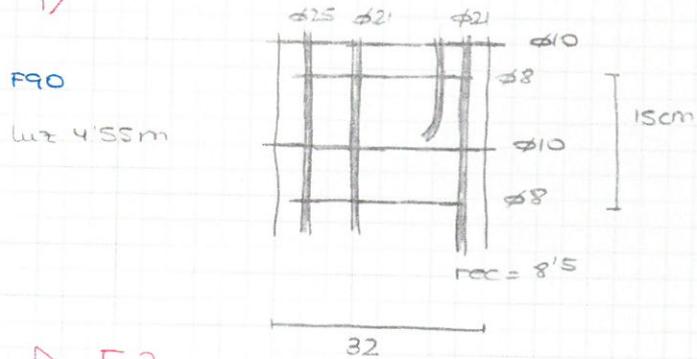
HOJA N° 16

DE

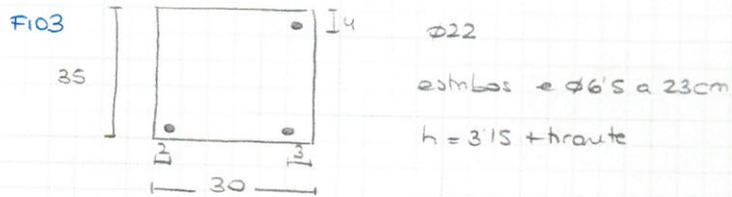


asunto:

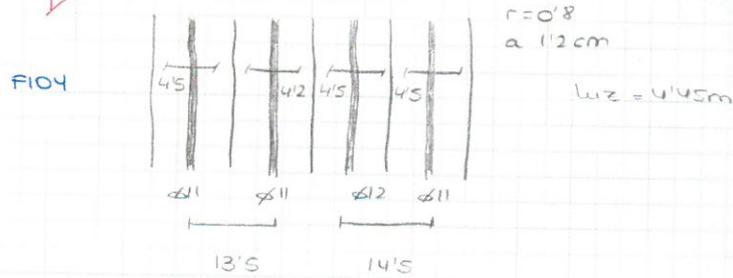
51 v- PRIMERA



52. TRANTE CALA N (CP)



53. CALA CUBIERTA





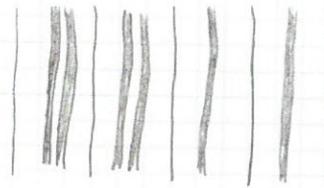
asunto:

54

CALA CUBIERTA

14'8 14'5 14

F105



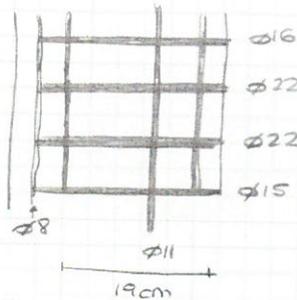
Luz = 3'28m

r = 0'4 a 1'2cm

55

φ6 φ6

F106

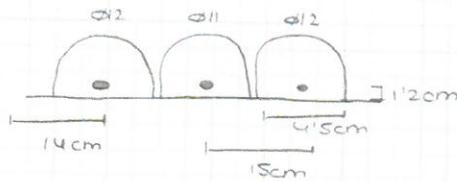


rec = de 4'2 a 5'8cm + 2cm marteo + baldosa

56

CUBIERTA

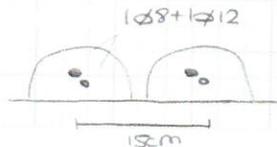
F110



57

c+

F108 - F136



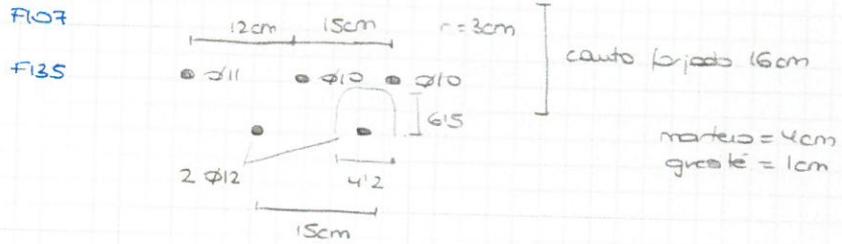
Luz 4'45m

 <b>INTEMAC</b> <small>INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES</small>	REFERENCIA	HOJA N° 18
		DE



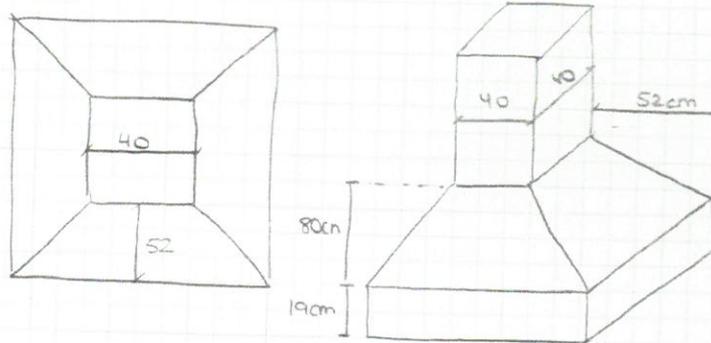
asunto:

⇒ 58. C- PEINERA



⇒ 59. CALICATA DIUAZ

F117 - F118



⇒ 60. CALICATA MURO





METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

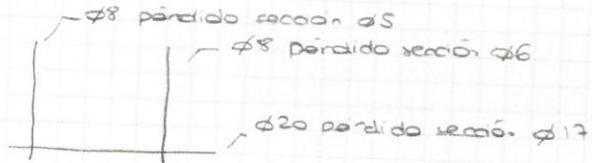
HOJA N° 29 DE 135

asunto:



61 L BAJA

F113



62 L BAJA

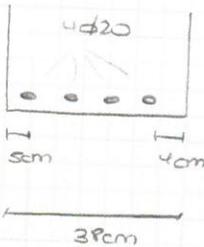
F114

φ10 de lazo con pérdida de sección a φ8'S

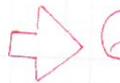


63 P BAJA

F112



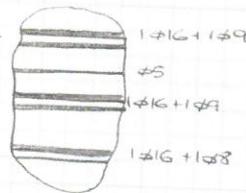
estibas φ6 a 32cm



64 c+ BAJA

F133 - F134

15cm  
15cm



s = 15cm

canto = 20 - morteo - baldosa

rec. inf = 1'S

culo abierto x arriba

85101



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA

HOJA N° 20

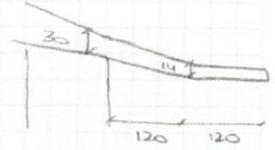
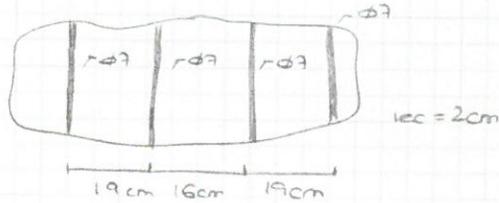
DE



asunto:

➔ 65

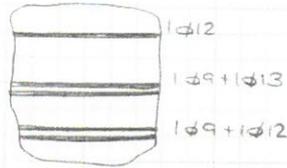
F137



~~F145 - F146~~  
F147 - F148 - F149  
F150

➔ 66 c+ PRINERA

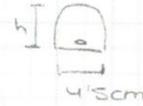
F121



s = 14cm

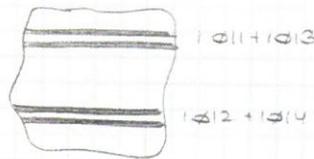
h = 6cm

iec, iuf = 1cm



➔ 67 c+ PRINERA

F122



s = 14cm

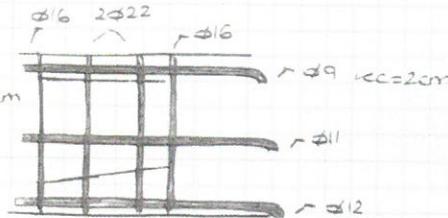
iec, iuf = 1cm

h = 5-6cm

➔ 68 c- PRINERA

F123 - F124

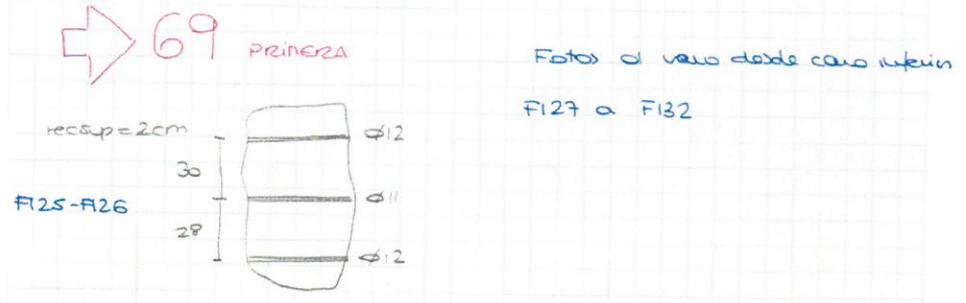
cercos  $\varnothing 6$  a 18cm



2cm capos esp  
+  
4cm mator  
+  
2's boldado



asunto:





METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 32 DE 135

**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

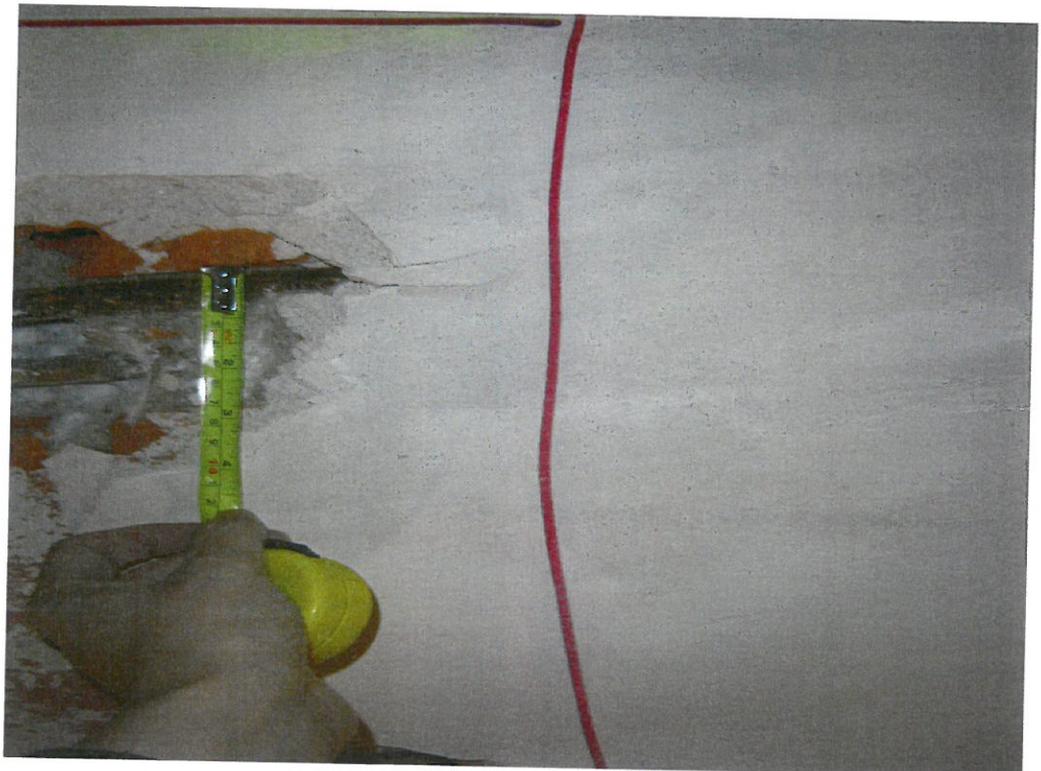
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 33 DE 135



**F1**



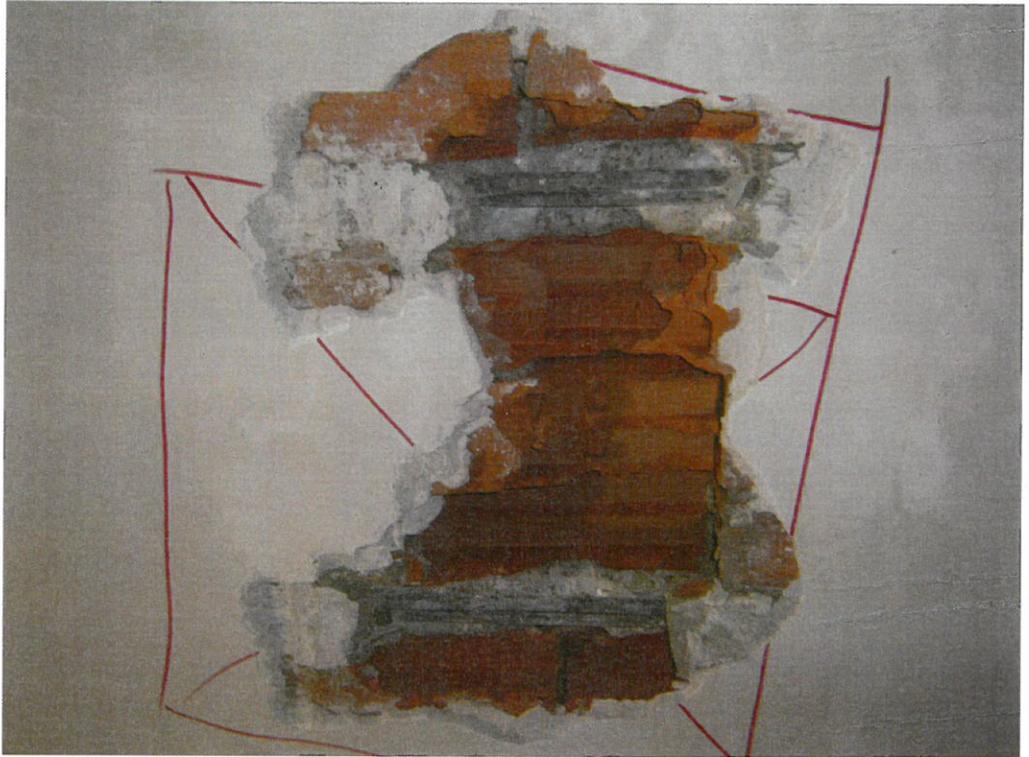
**F2**



**F3**



**F4**



F5



F6



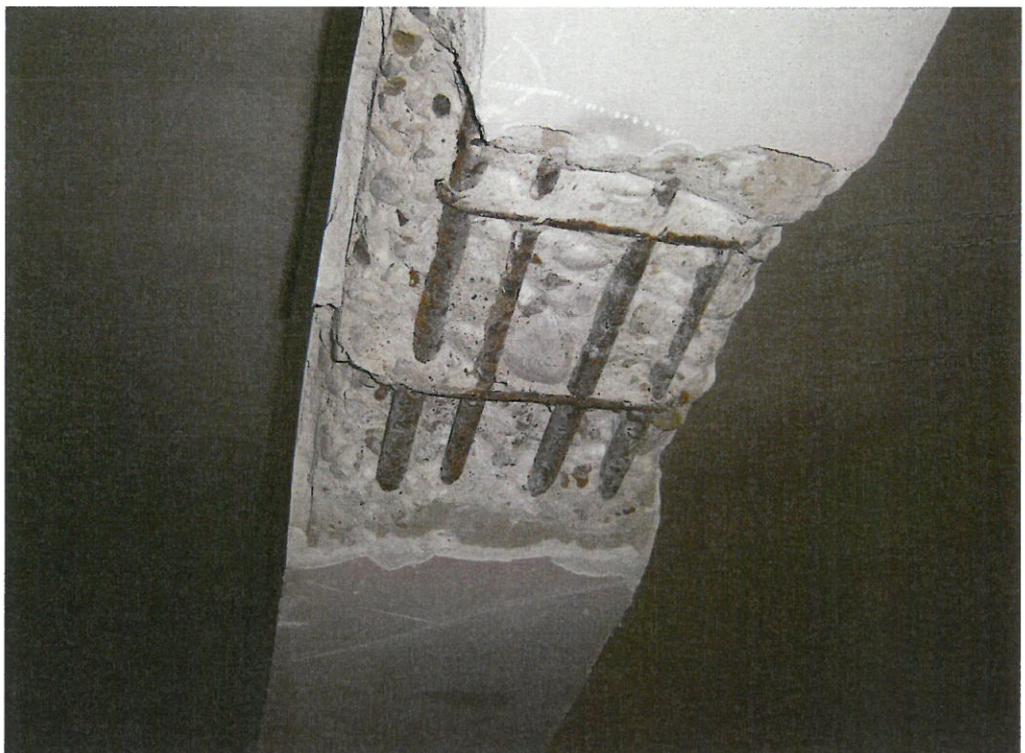
**F7**



**F8**



F9



F10



F11



F12



METIRE UT SCIAS

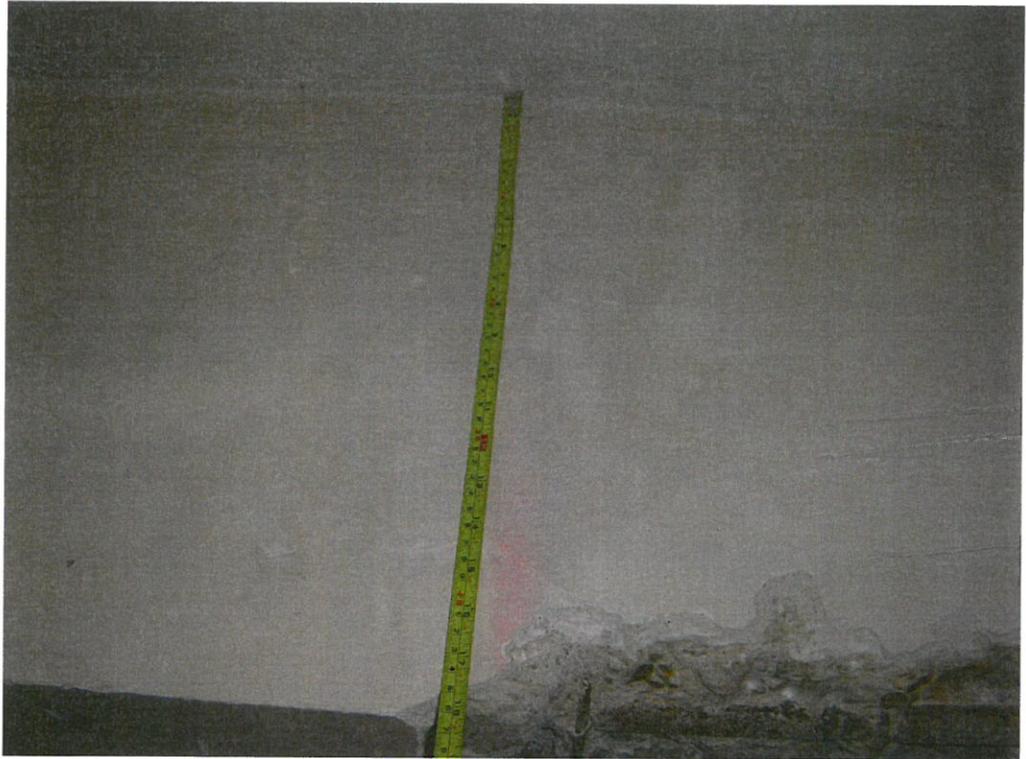
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 39 DE 135



**F13**

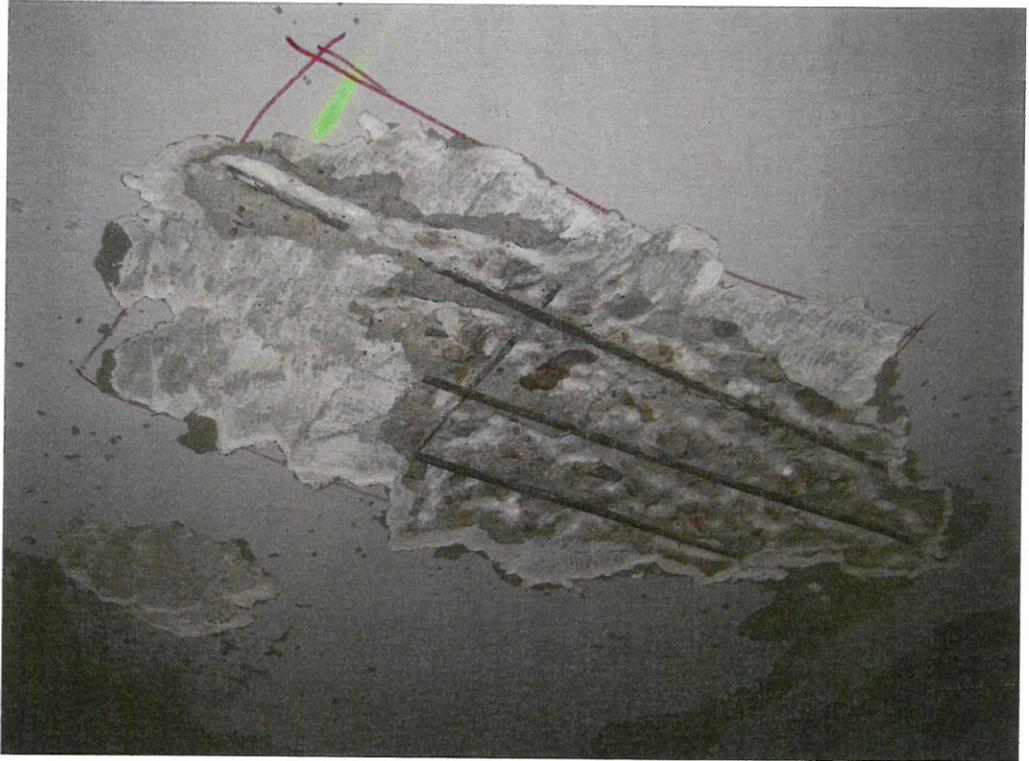


**F14**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 40 DE 135



**F15**



**F16**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

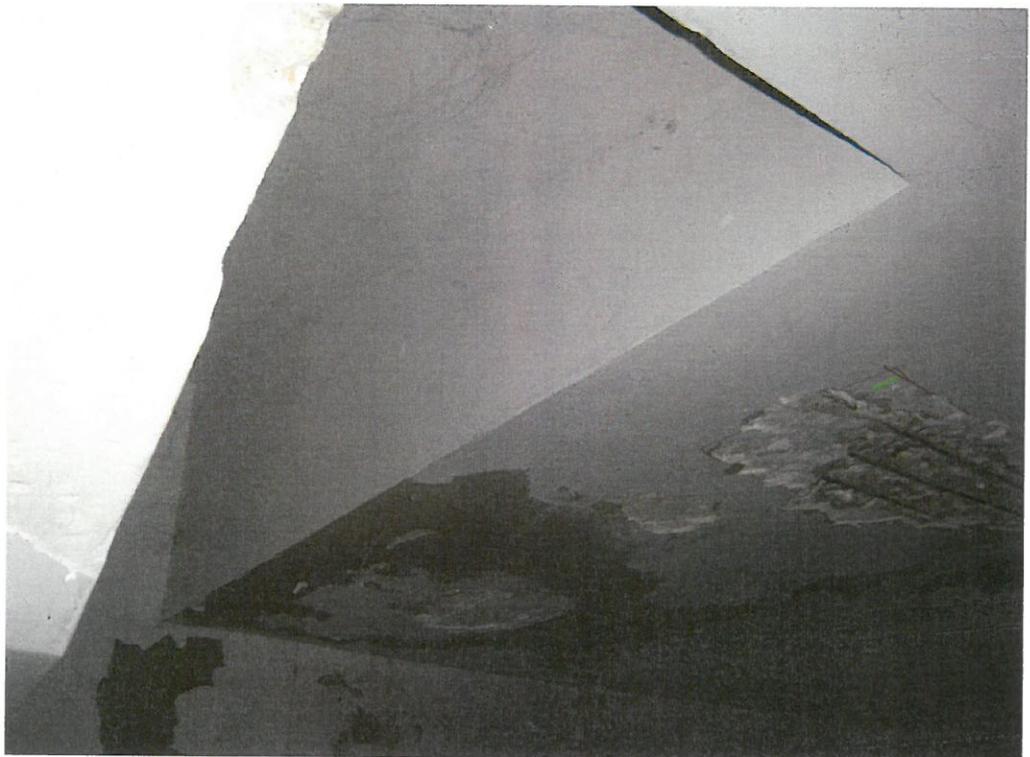
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 41 DE 135



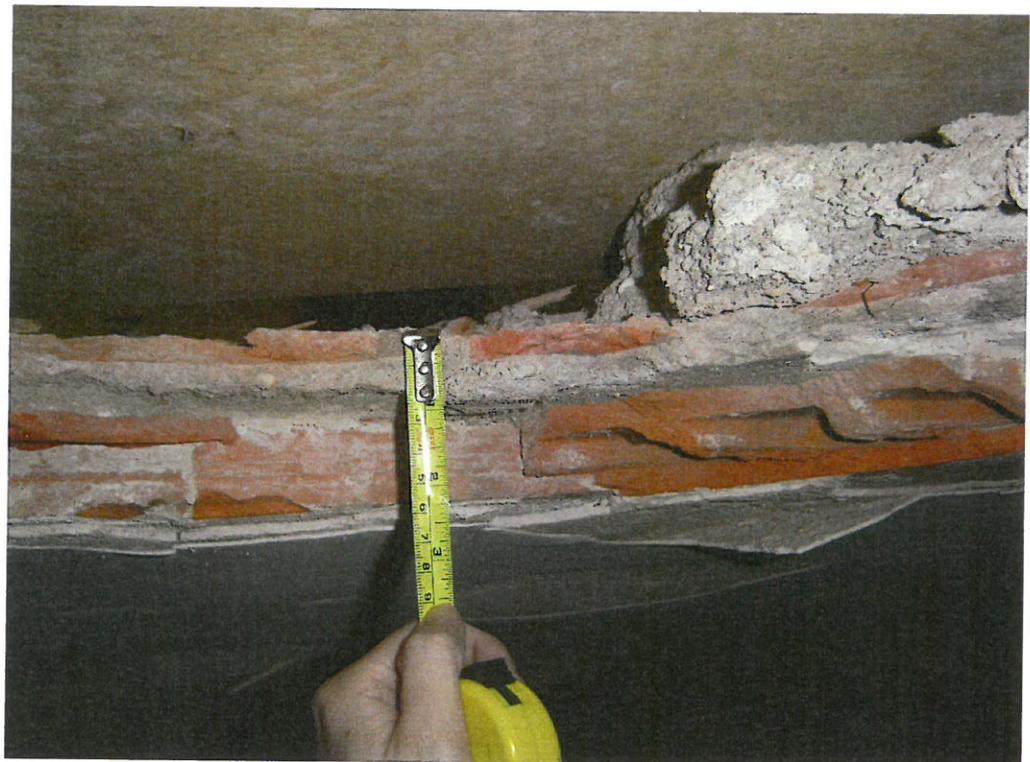
**F17**



**F18**



**F19**



**F20**



**F21**



**F22**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

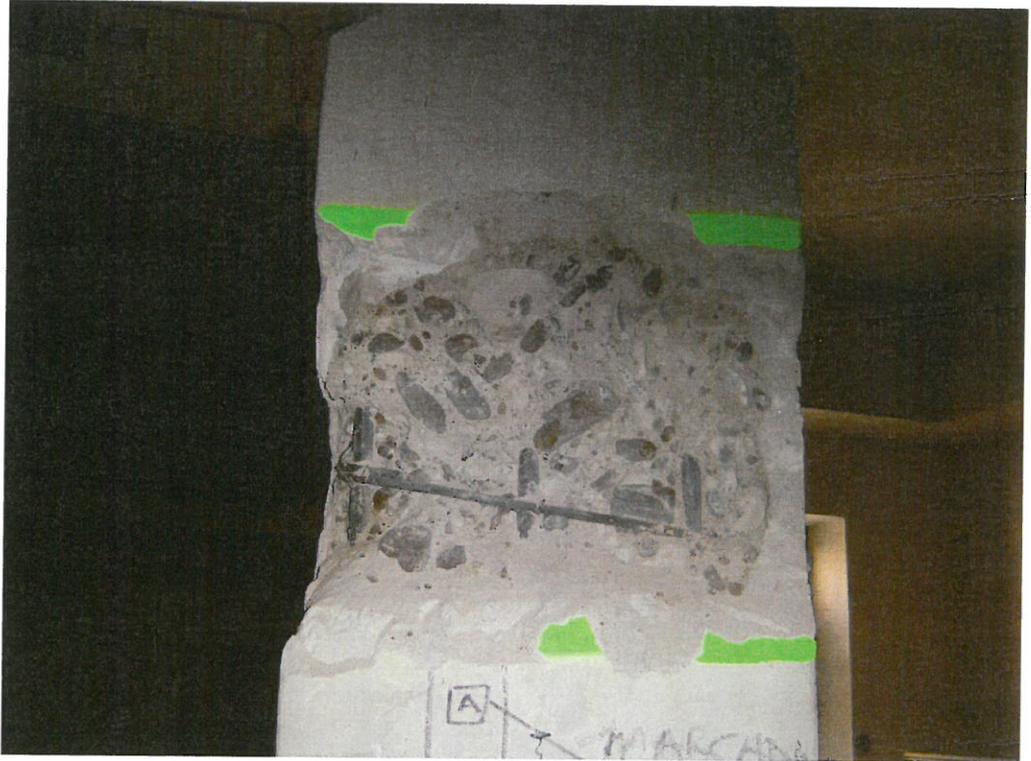
HOJA N° 44 DE 135



**F23**



**F24**



**F25**



**F26**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 46 DE 135



**F27**



**F28**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 47 DE 135



**F29**



**F30**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 48 DE 135



F31



F32



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 49 DE 135



**F33**



**F34**



**F35**



**F36**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA Nº 51 DE 135



**F37**



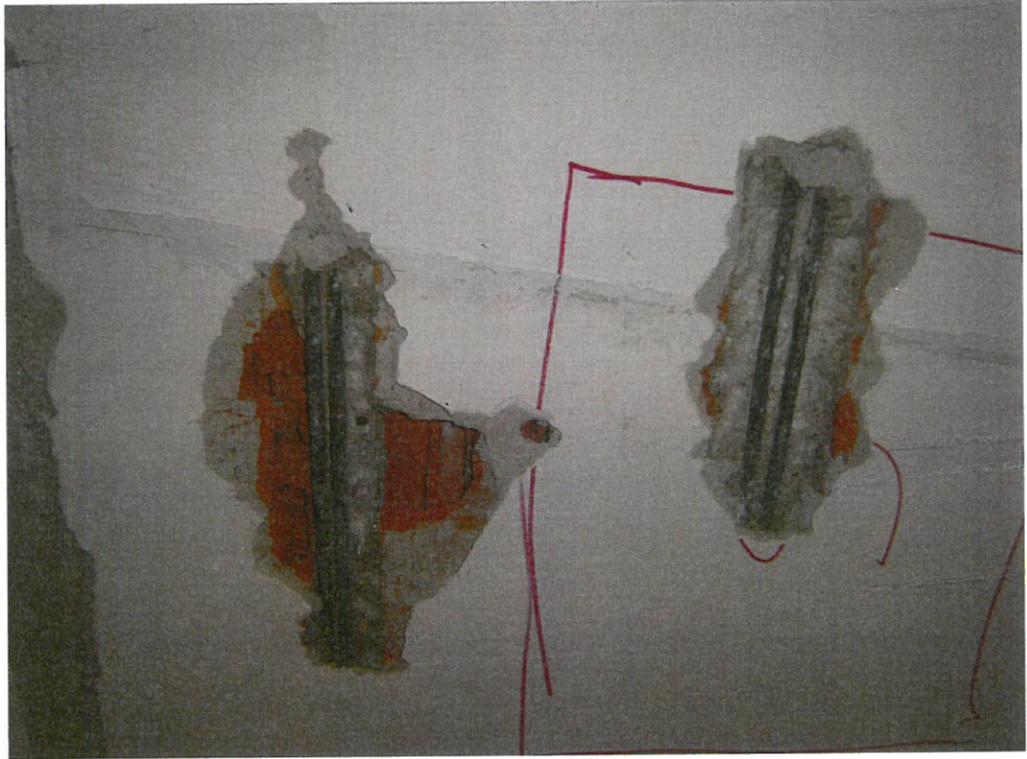
**F38**



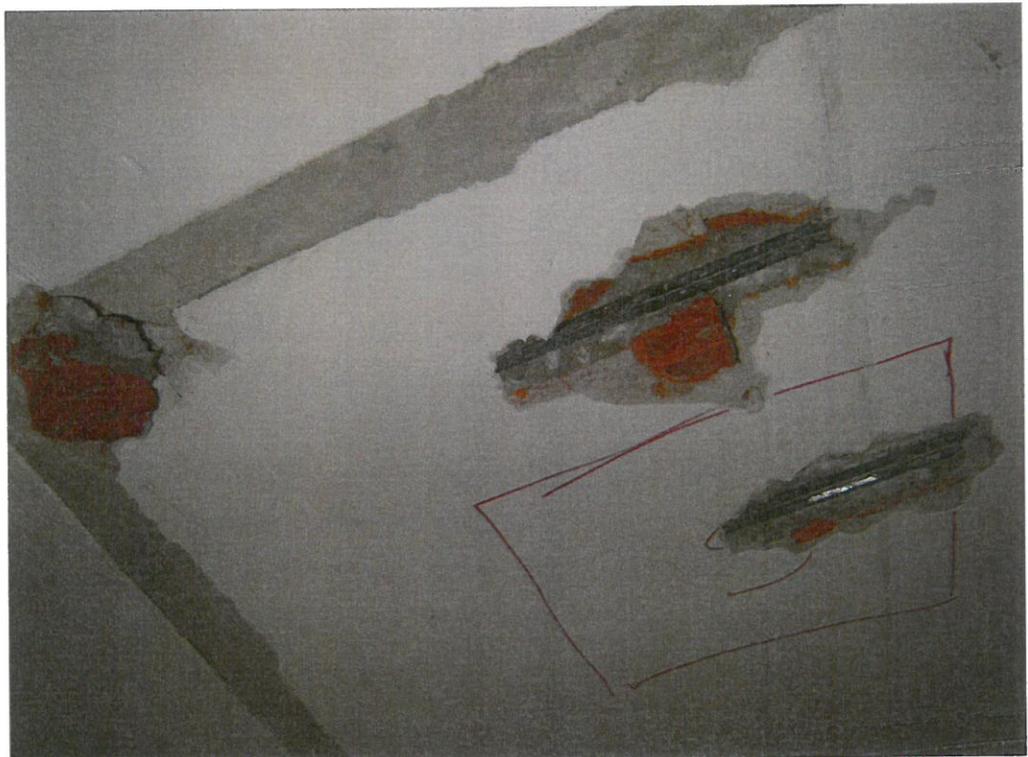
**F39**



**F40**



**F41**



**F42**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

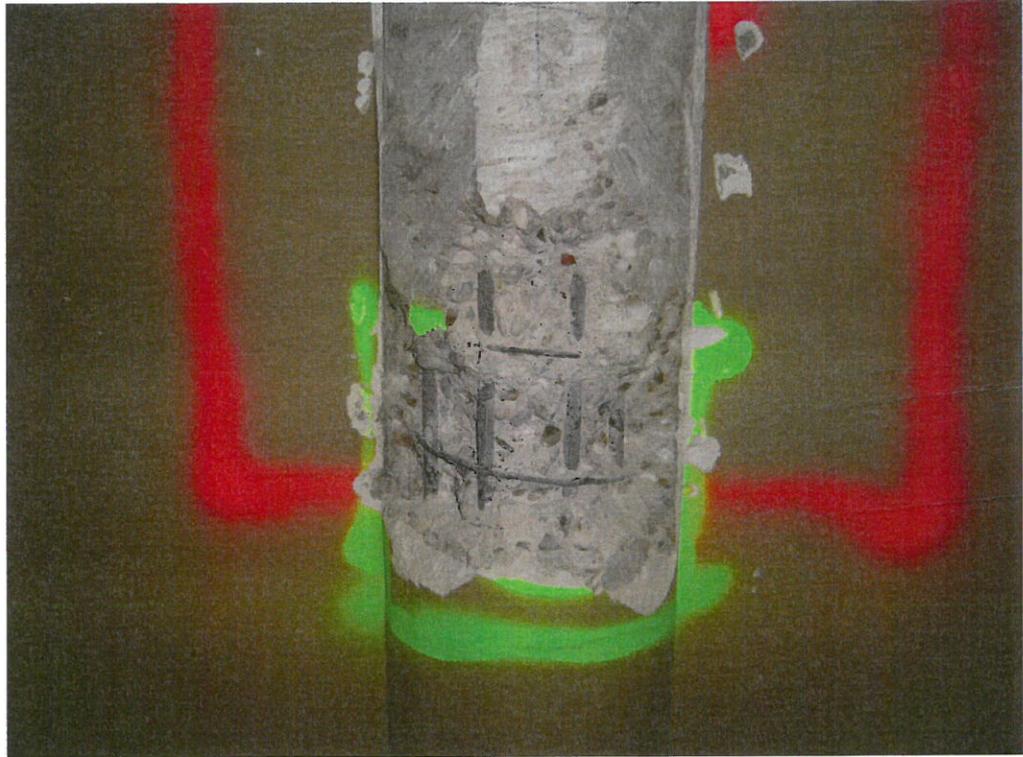
HOJA N° 54 DE 135



**F43**



**F44**



**F45**



**F46**



**F47**



**F48**



**F49**



**F50**



**F51**

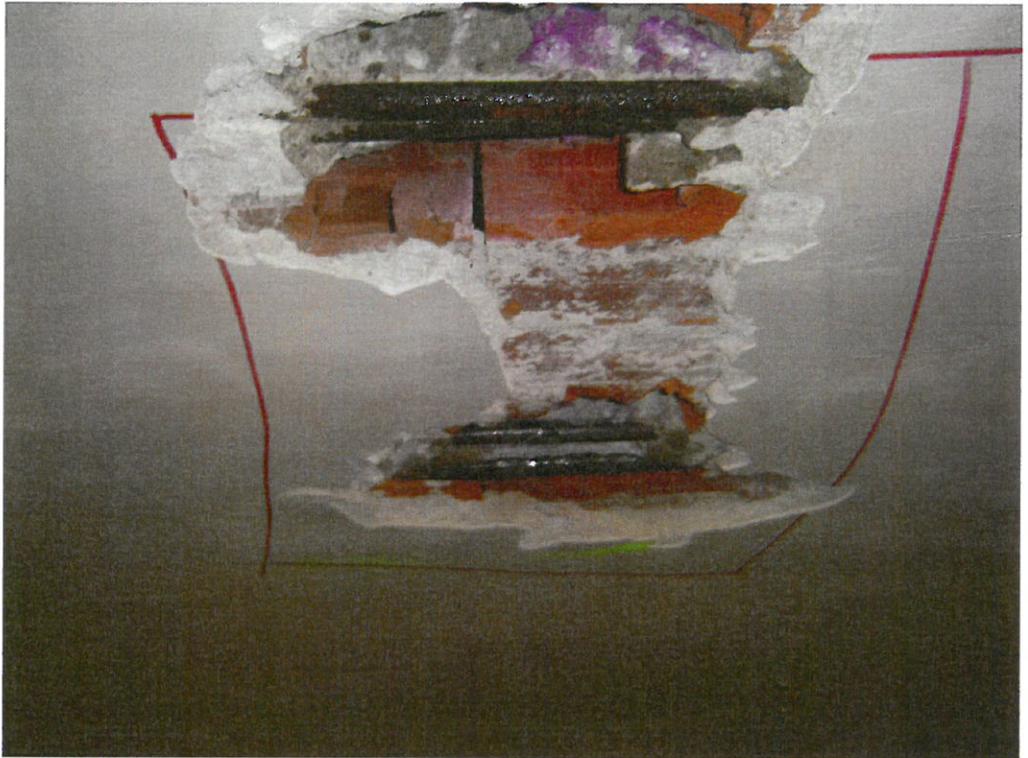


**F52**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 59 DE 135



**F53**



**F54**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 60 DE 135



**F55**



**F56**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 61 DE 135



**F57**

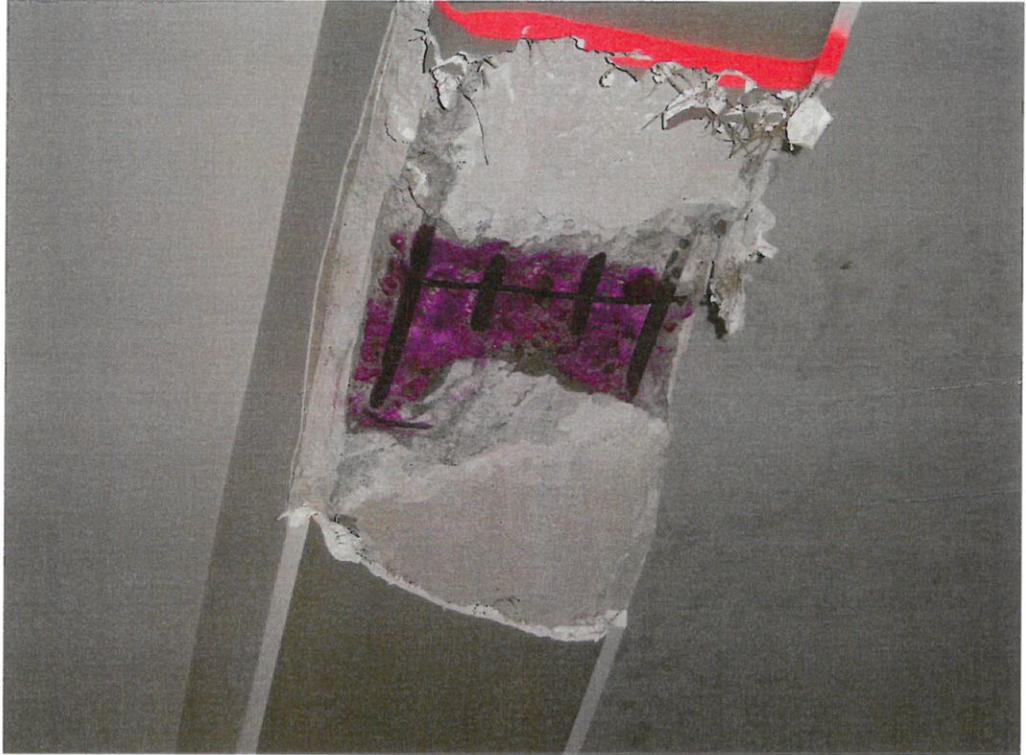


**F58**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 62 DE 135



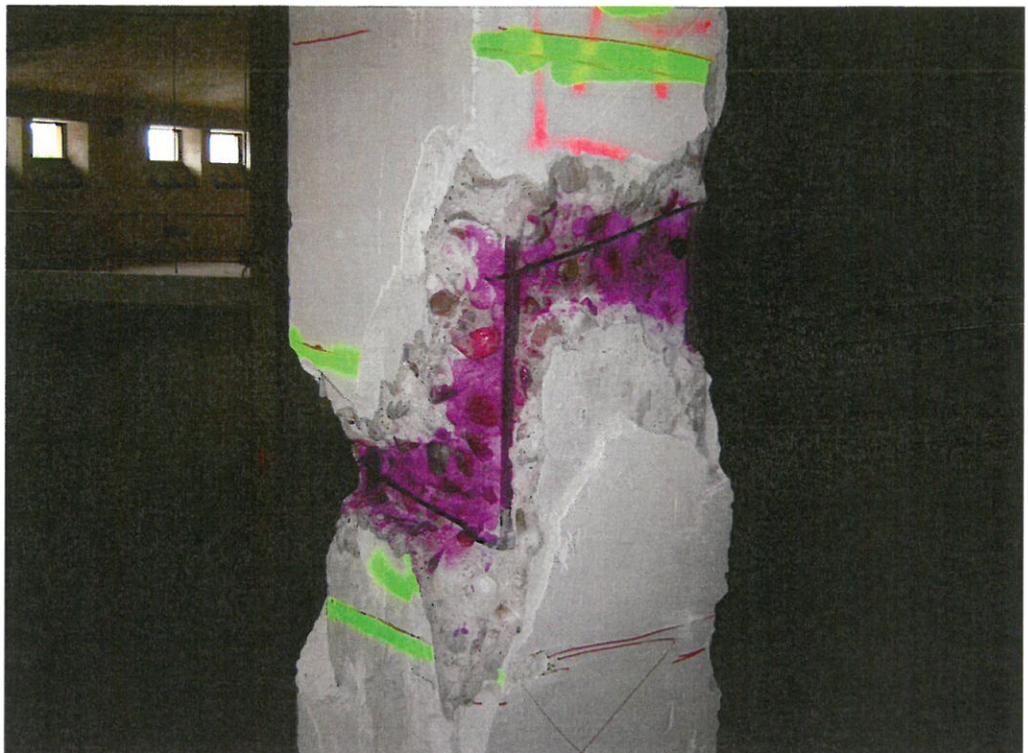
**F59**



**F60**



**F61**



**F62**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 64 DE 135



**F63**



**F64**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 65 DE 135



**F65**



**F66**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 66 DE 135



**F67**



**F68**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 67 DE 135



**F69**



**F70**

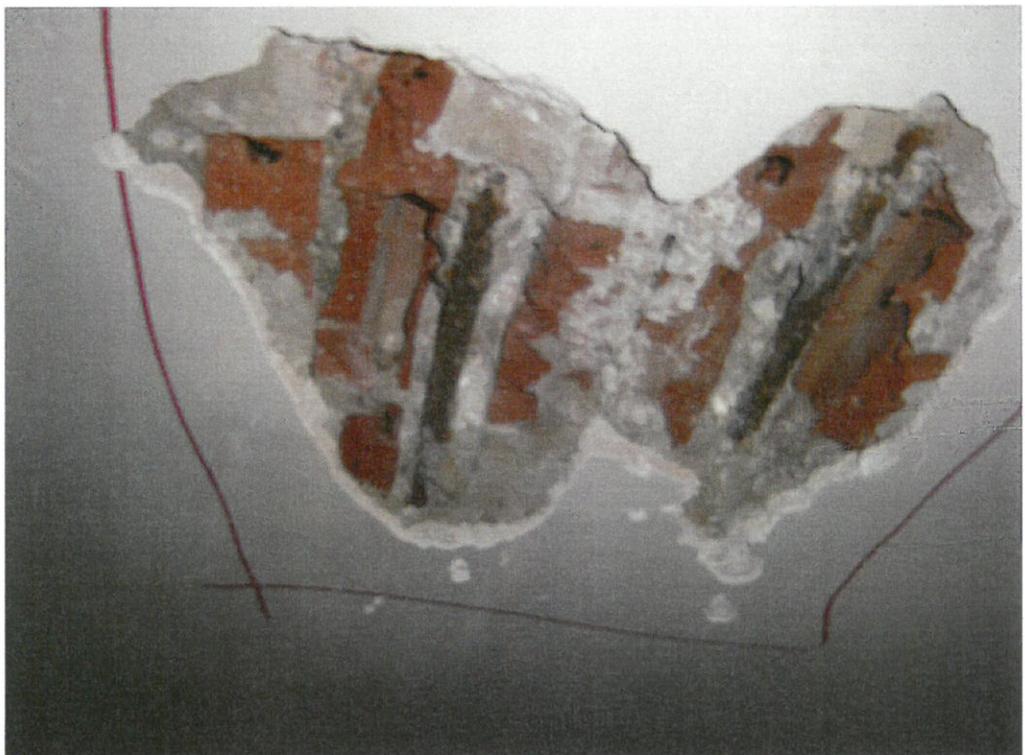
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 68 DE 135



**F71**



**F72**

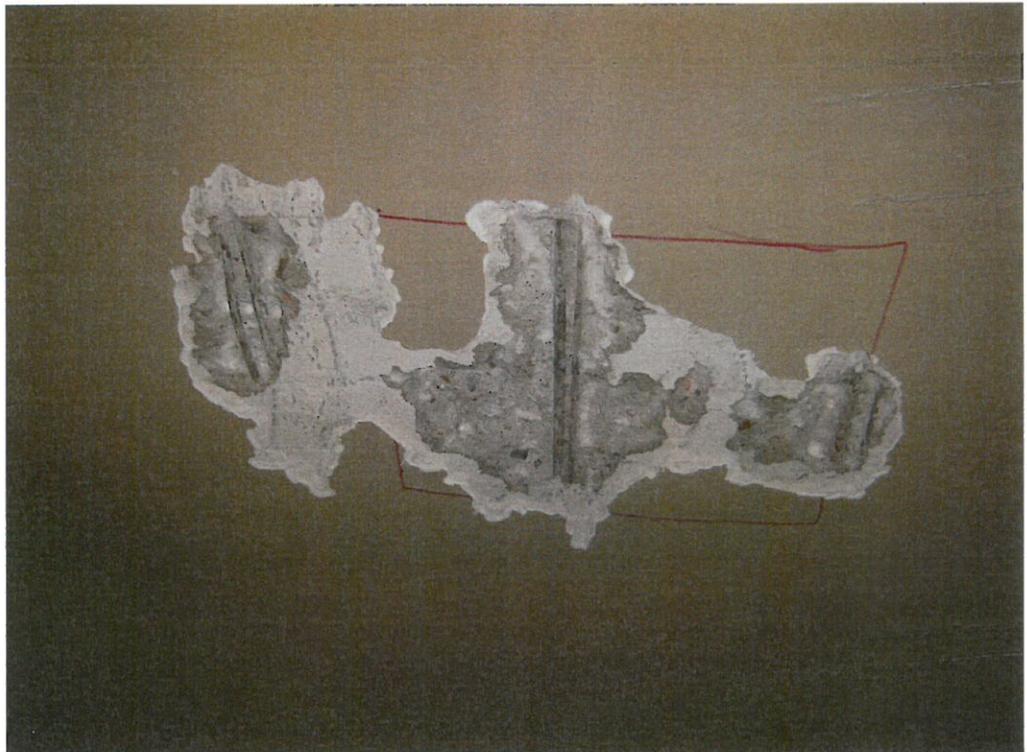
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA Nº 69 DE 135



**F73**



**F74**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 70 DE 135



**F75**



**F76**



**F77**



**F78**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA Nº 72 DE 135



**F79**



**F80**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 73 DE 135



F81



F82

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 74 DE 135



**F83**



**F84**



**F85**



**F86**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA Nº 76 DE 135



**F87**



**F88**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

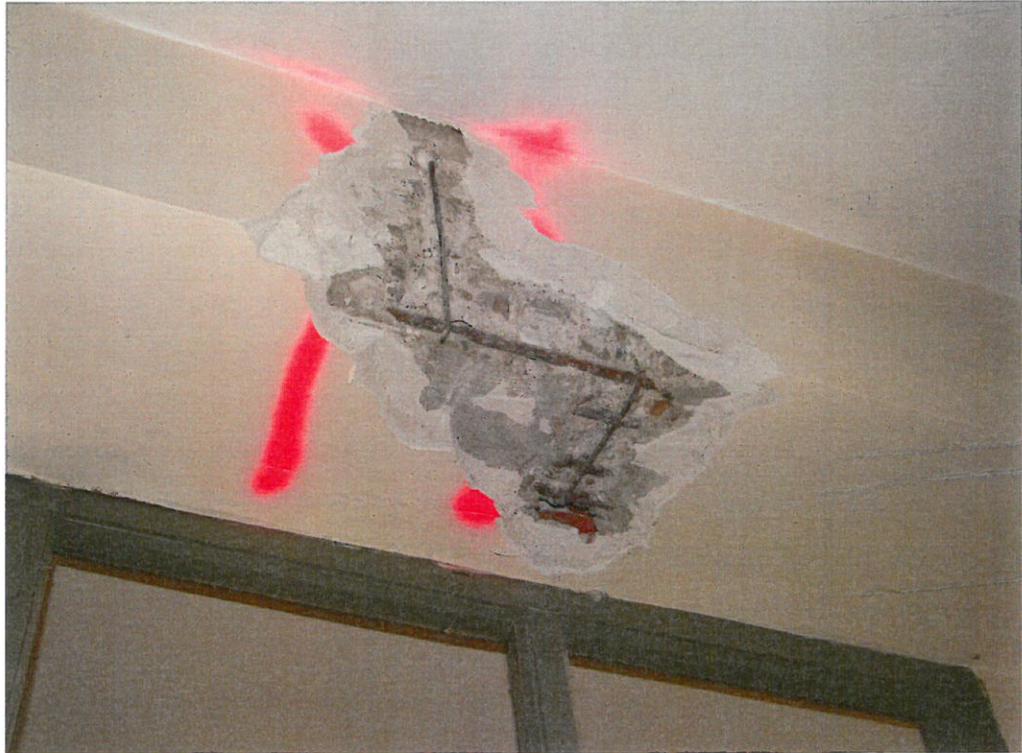
HOJA N° 77 DE 135



**F89**



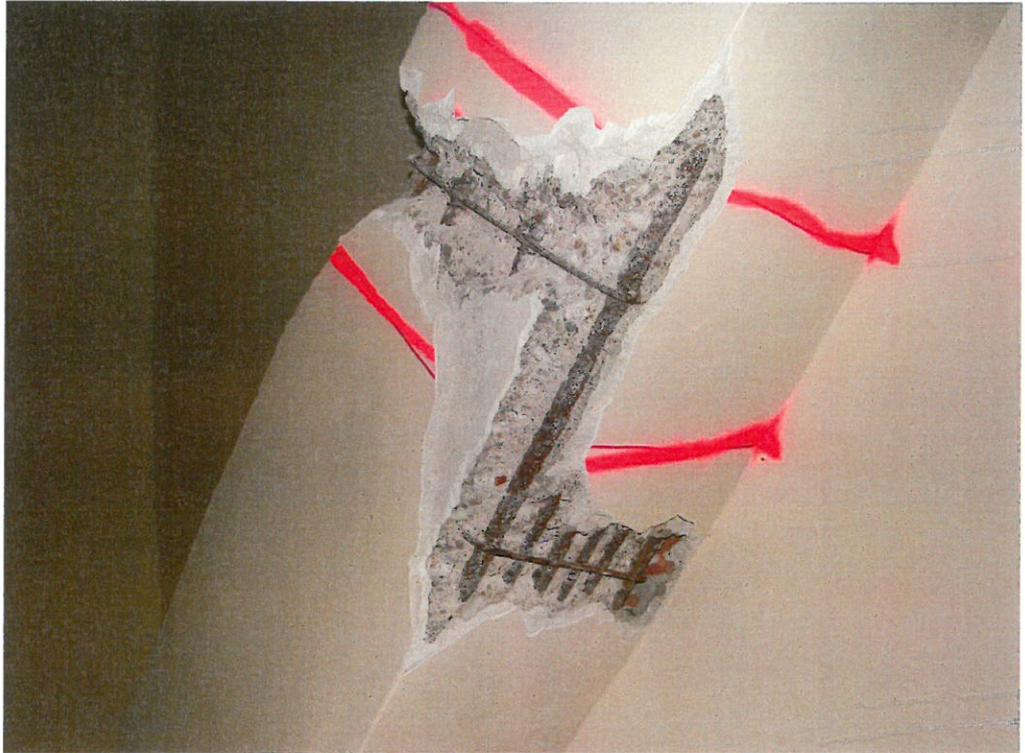
**F90**



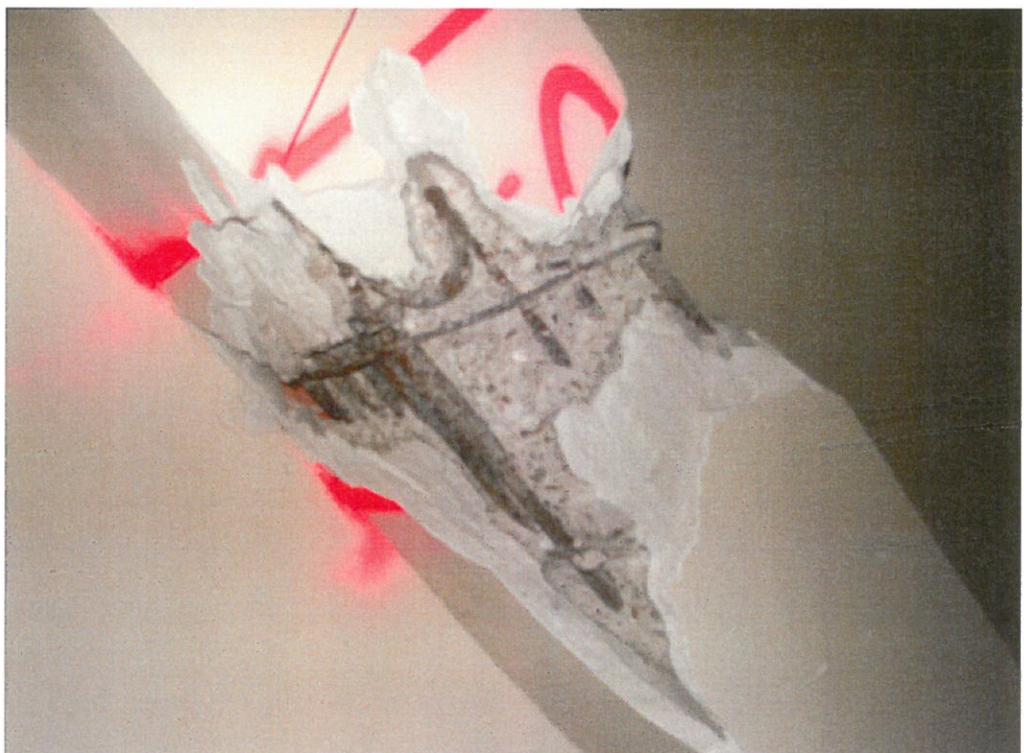
**F91**



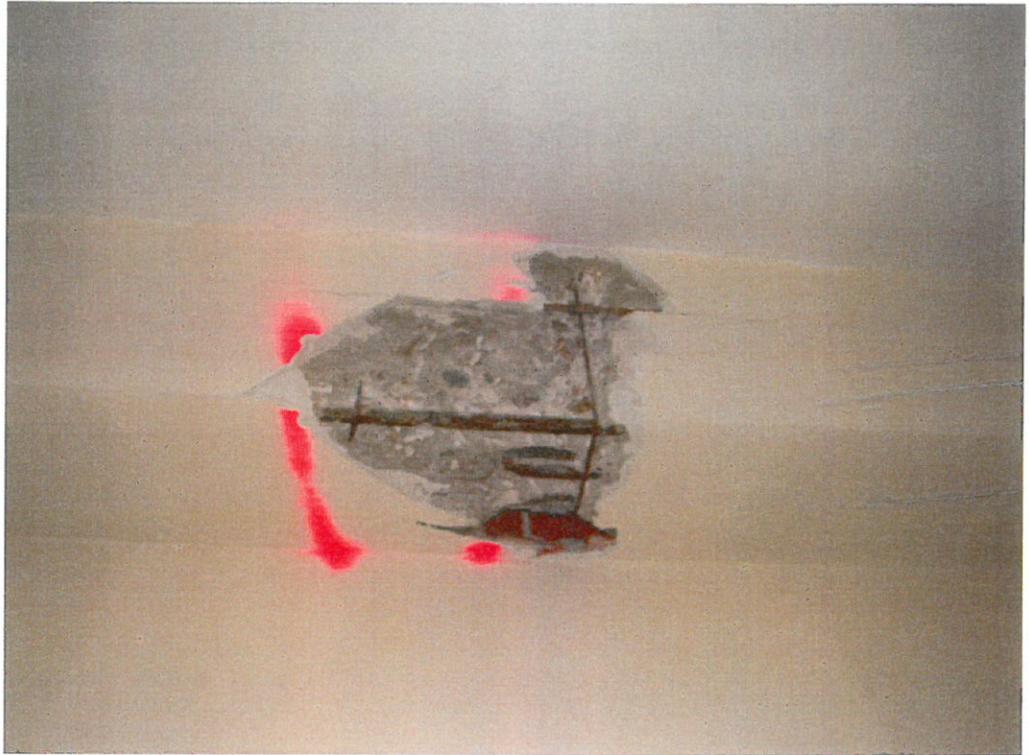
**F92**



**F93**



**F94**



**F95**

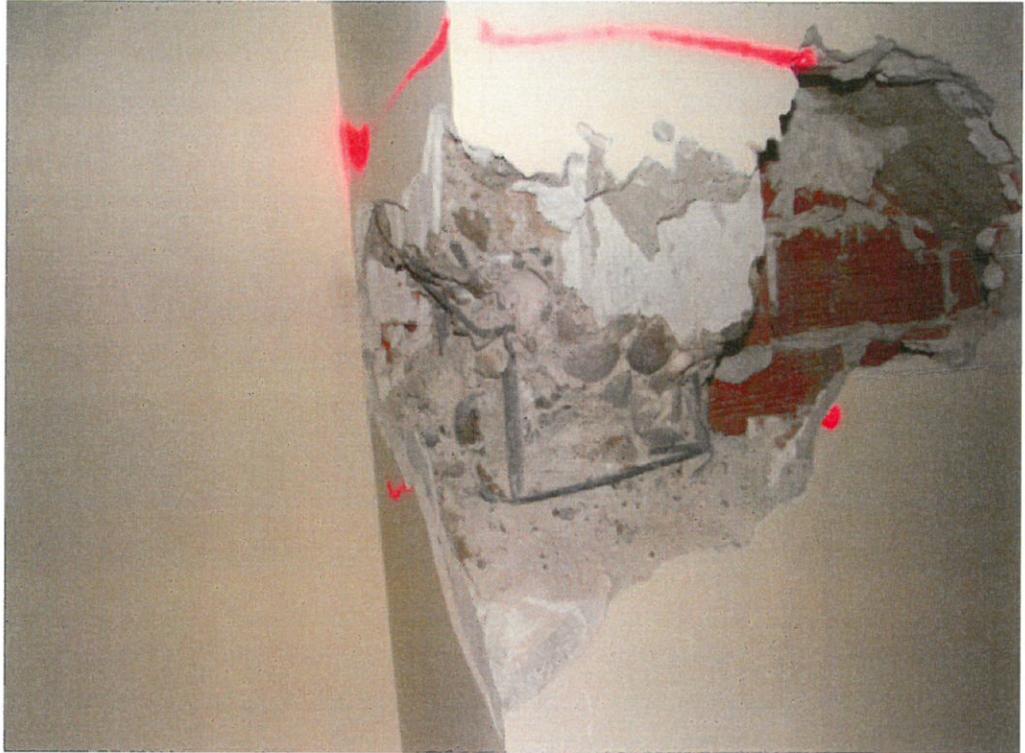


**F96**

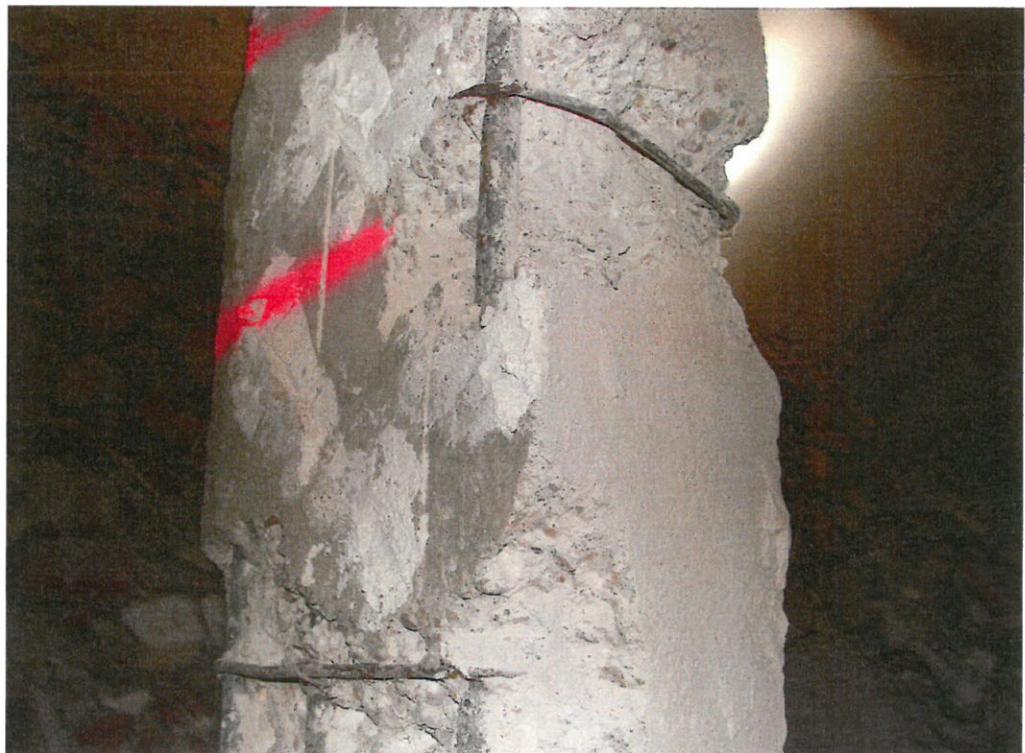
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 81 DE 135



**F97**



**F98**



**F99**



**F100**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 83 DE 135



**F101**



**F102**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 84 DE 135



**F103**



**F104**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 85 DE 135



**F105**



**F106**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 86 DE 135



**F107**

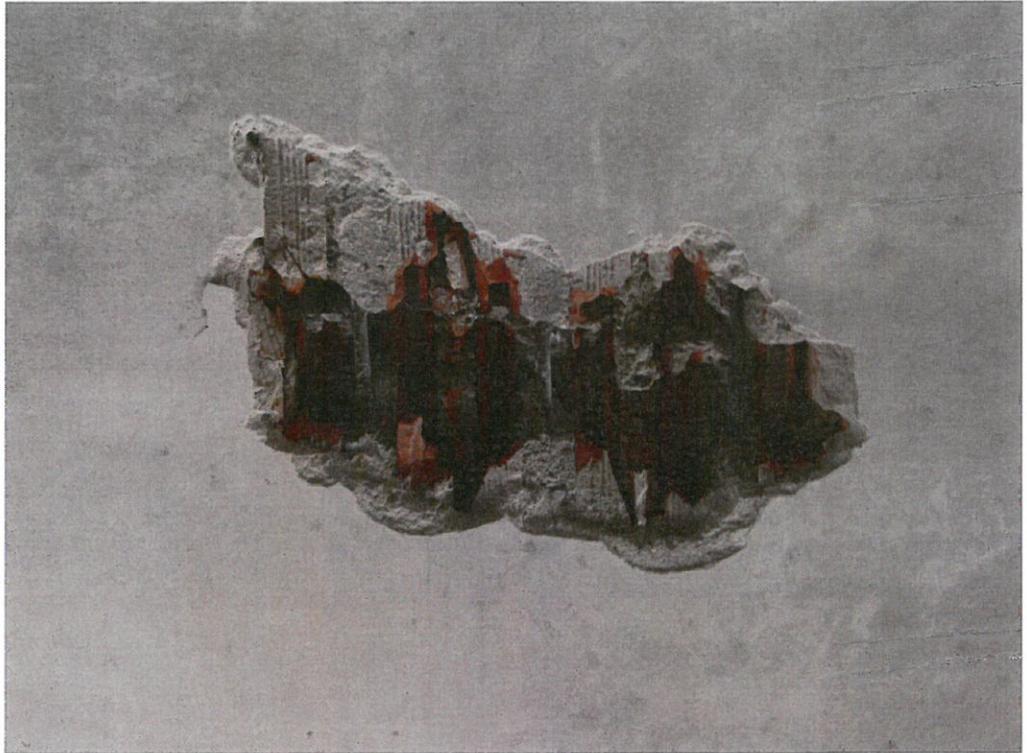


**F108**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 87 DE 135



**F110**



**F111**



**F112**



**F113**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 89 DE 135



**F114**



**F115**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 90 DE 135



F116



F117

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA Nº 91 DE 135



**F118**



**F119**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 92 DE 135



**F120**



**F121**



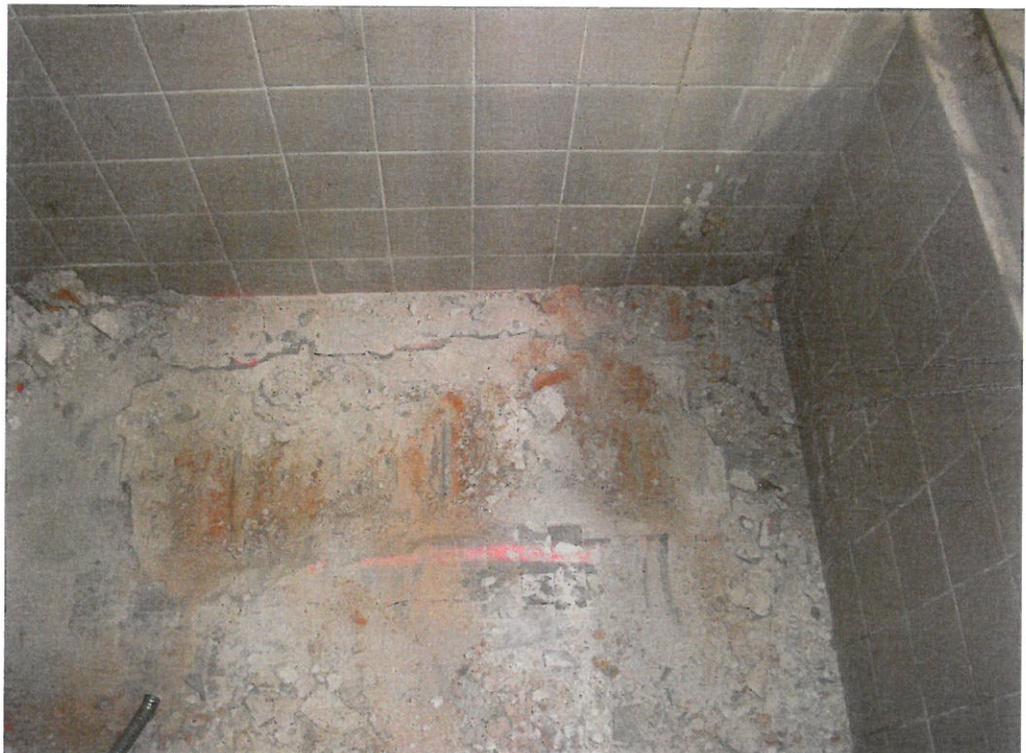
F122



F123



**F124**



**F125**



**F126**



**F127**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

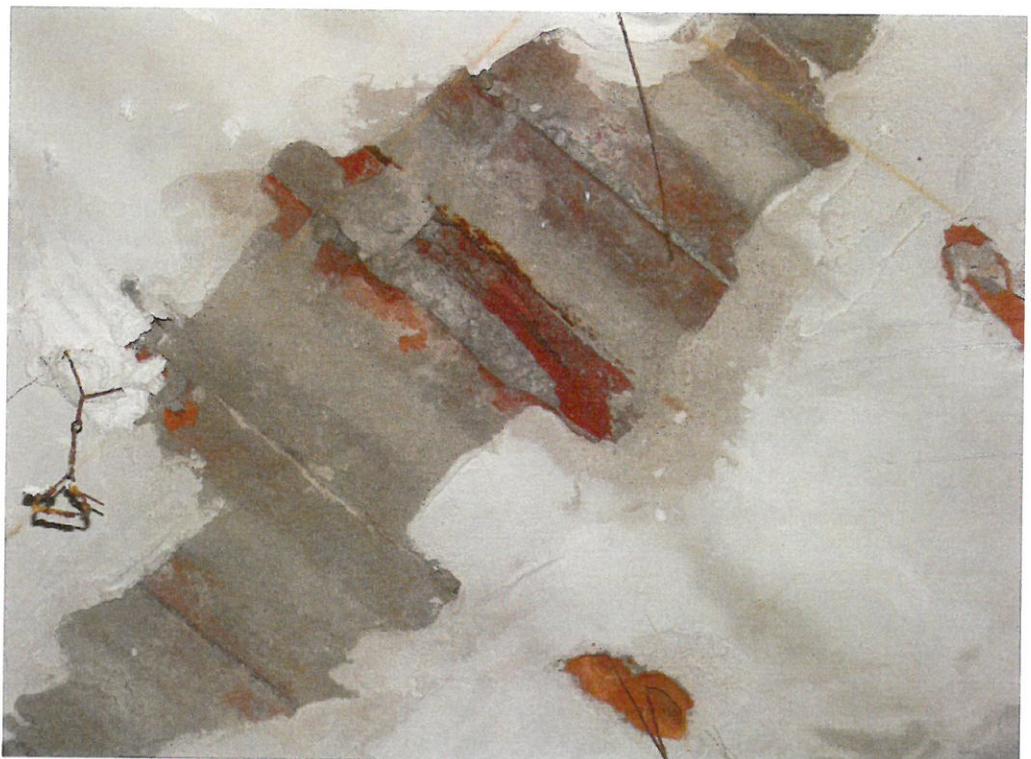
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 96 DE 135



**F128**



**F129**



METIRE UT SCIAS

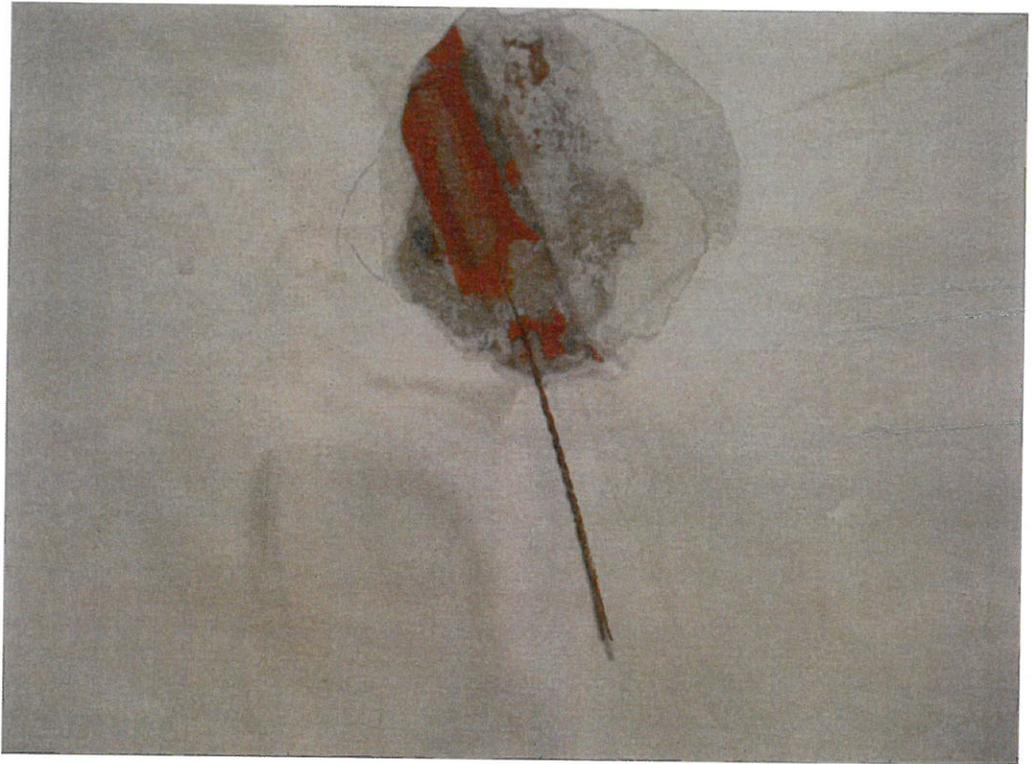
**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

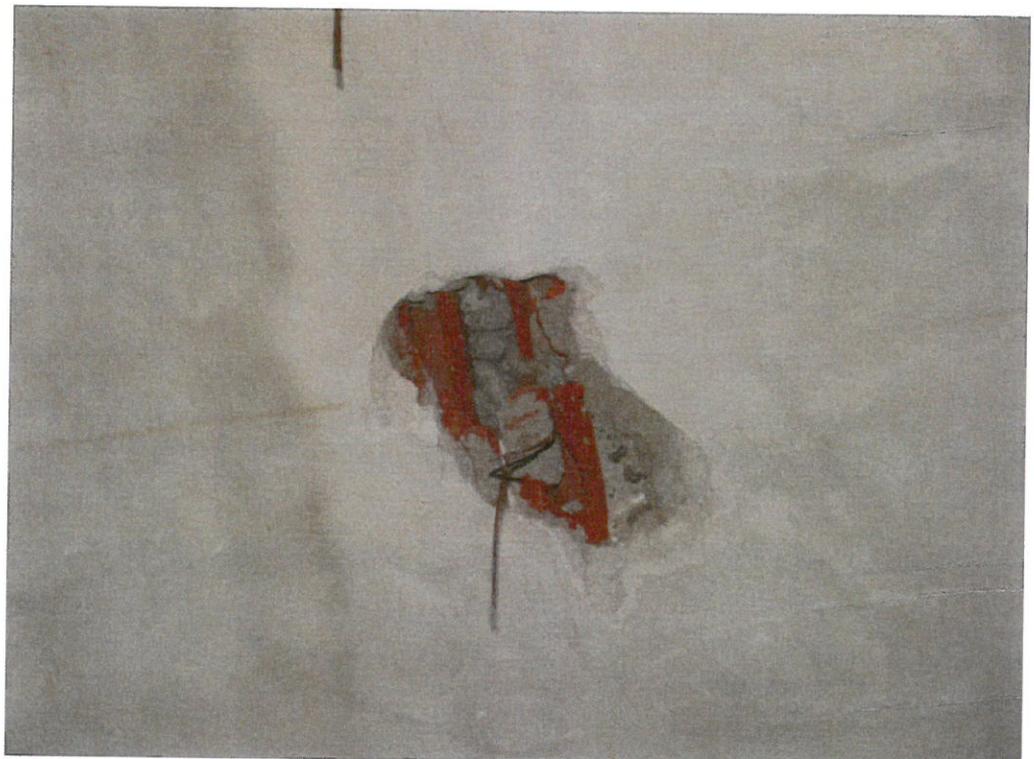
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 97 DE 135



**F130**



**F131**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

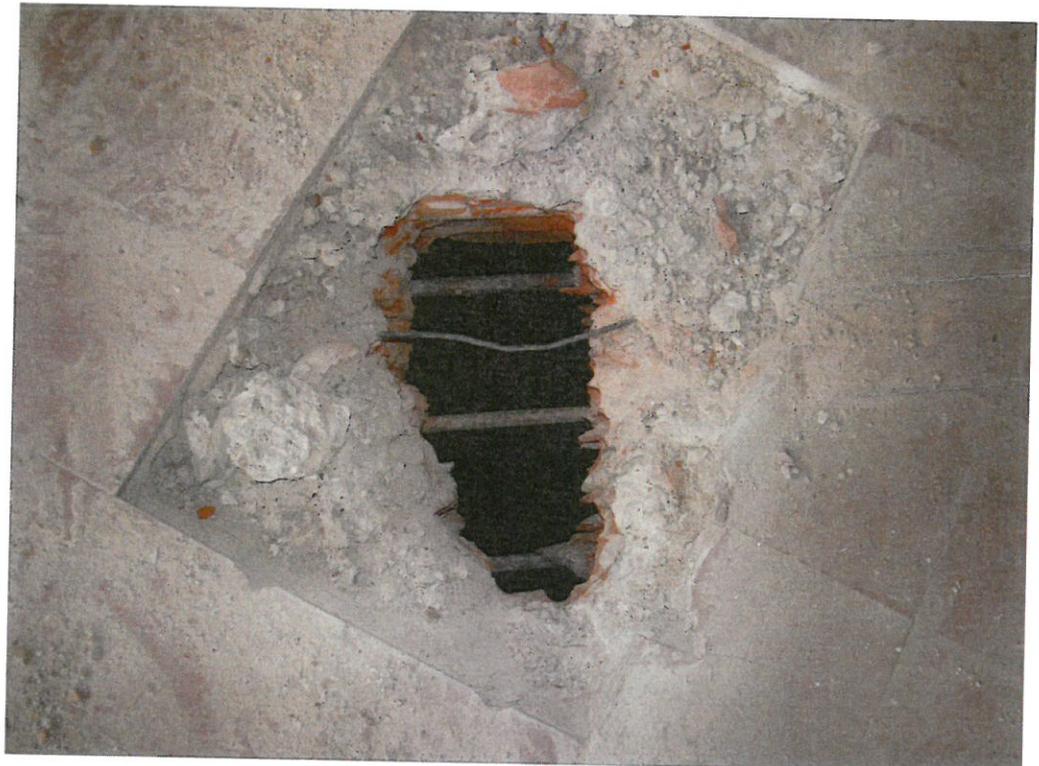
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 98 DE 135



**F132**



**F133**

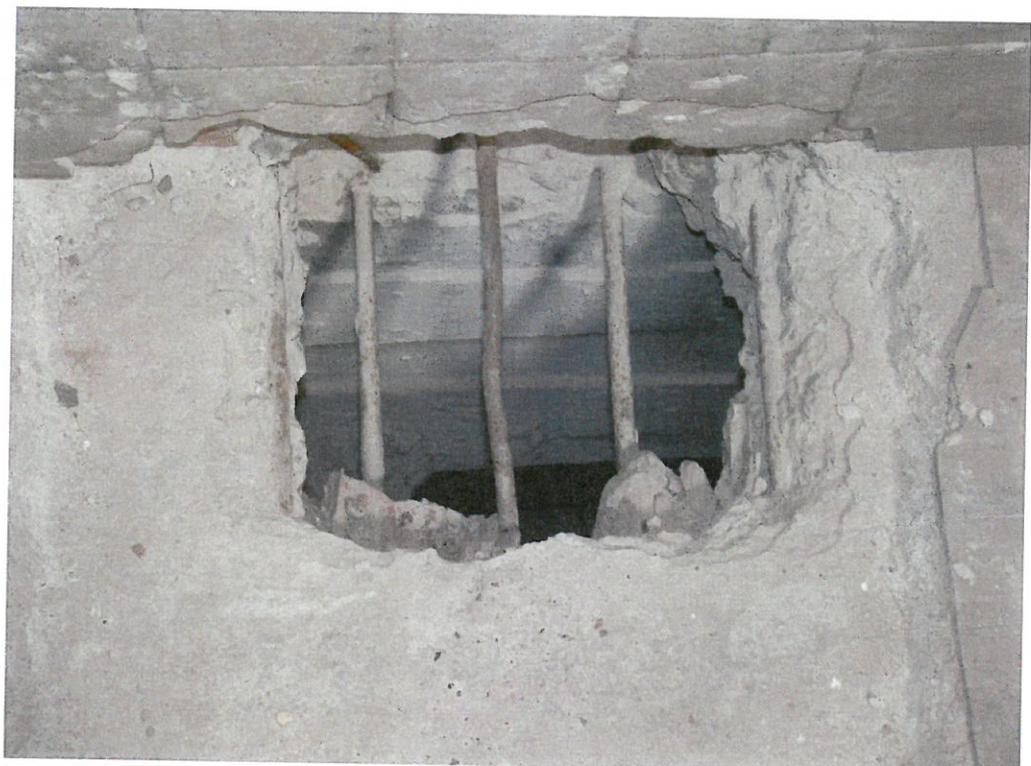
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 99 DE 135



**F134**



**F135**



**F136**



**F137**



**F138**



**F139**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 102 DE 135



**F140**



**F141**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06 HOJA N° 103 DE 135



F142



F143



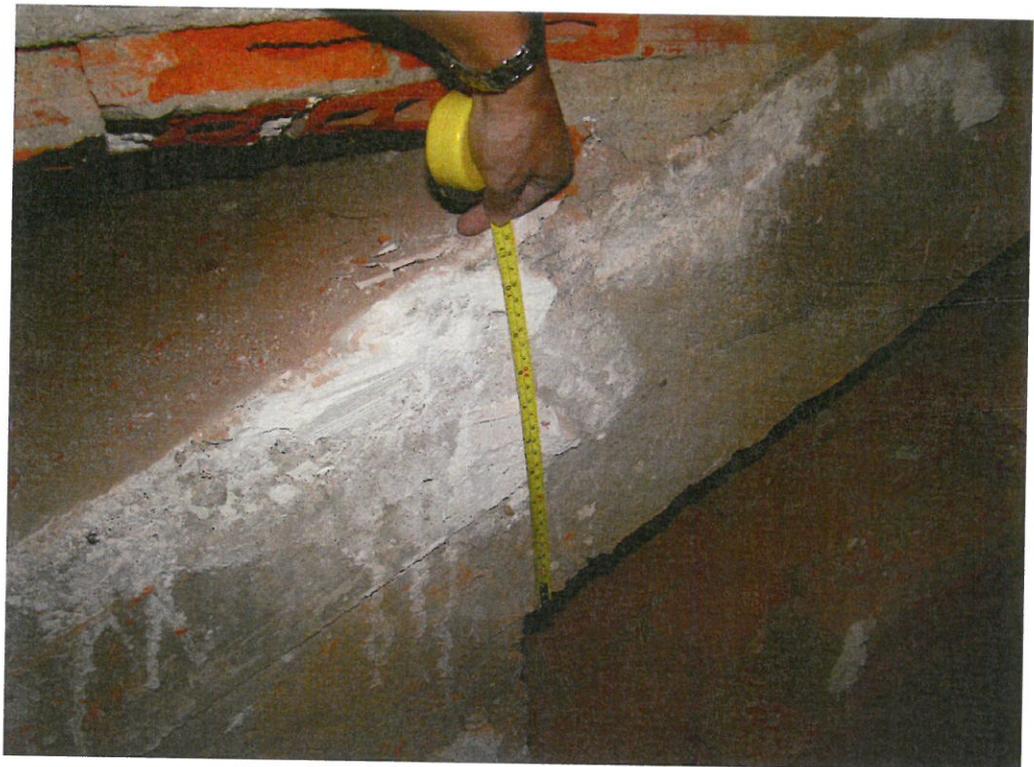
**F145**



**F146**



**F147**



**F148**



METIRE UT SCIAS

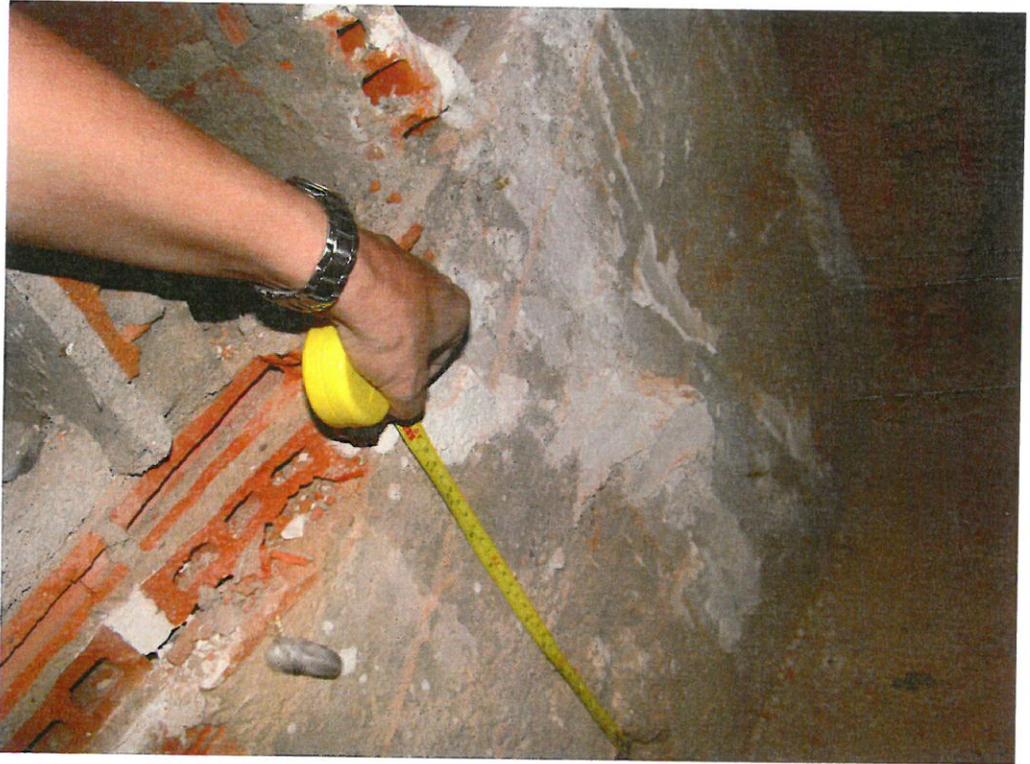
**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

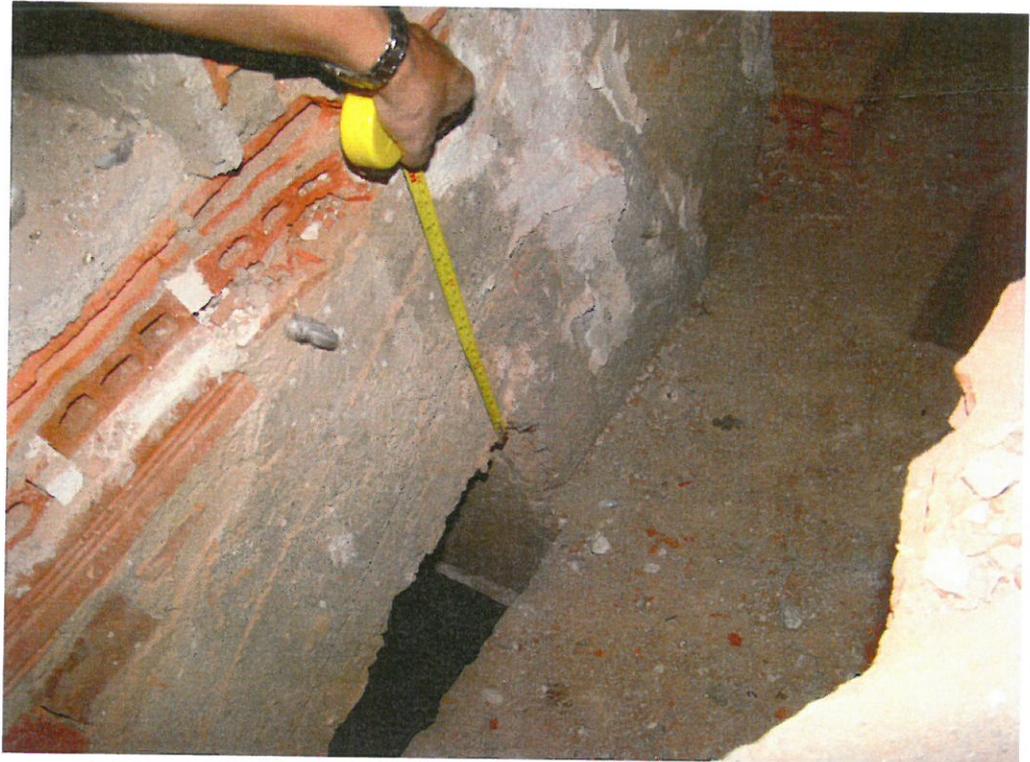
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 106 DE 135



**F149**



**F150**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 107 DE 135



**F152**



**F153**

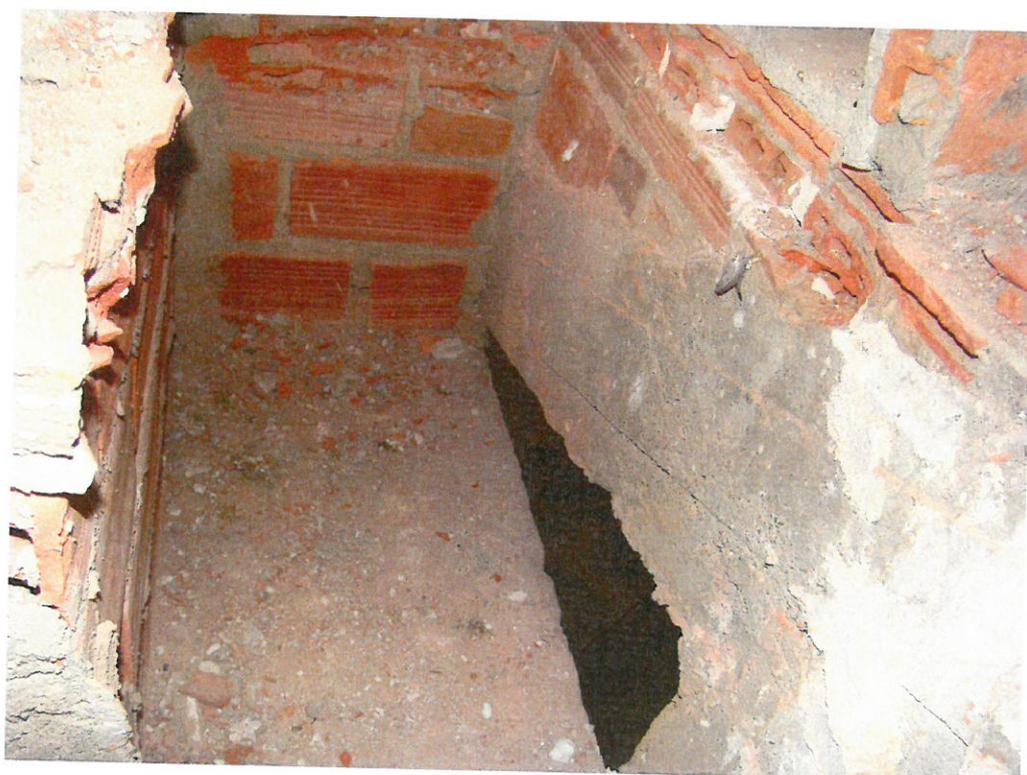
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 108 DE 135



**F154**



**F155**



**F156**

=====

=====

=====



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

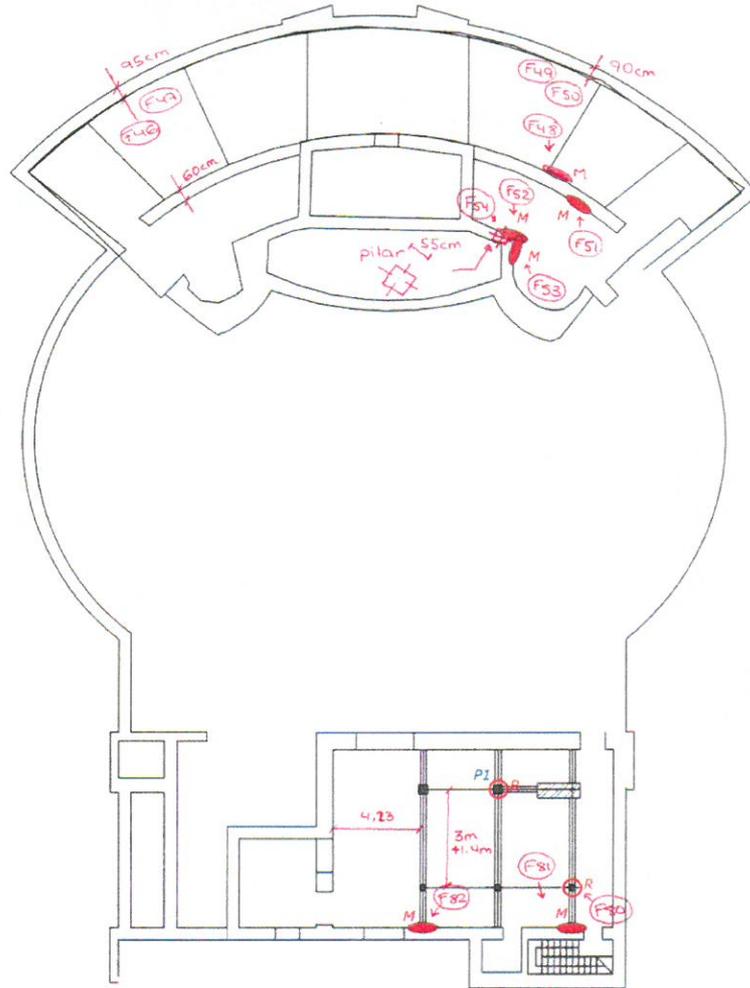
**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 110 DE 135

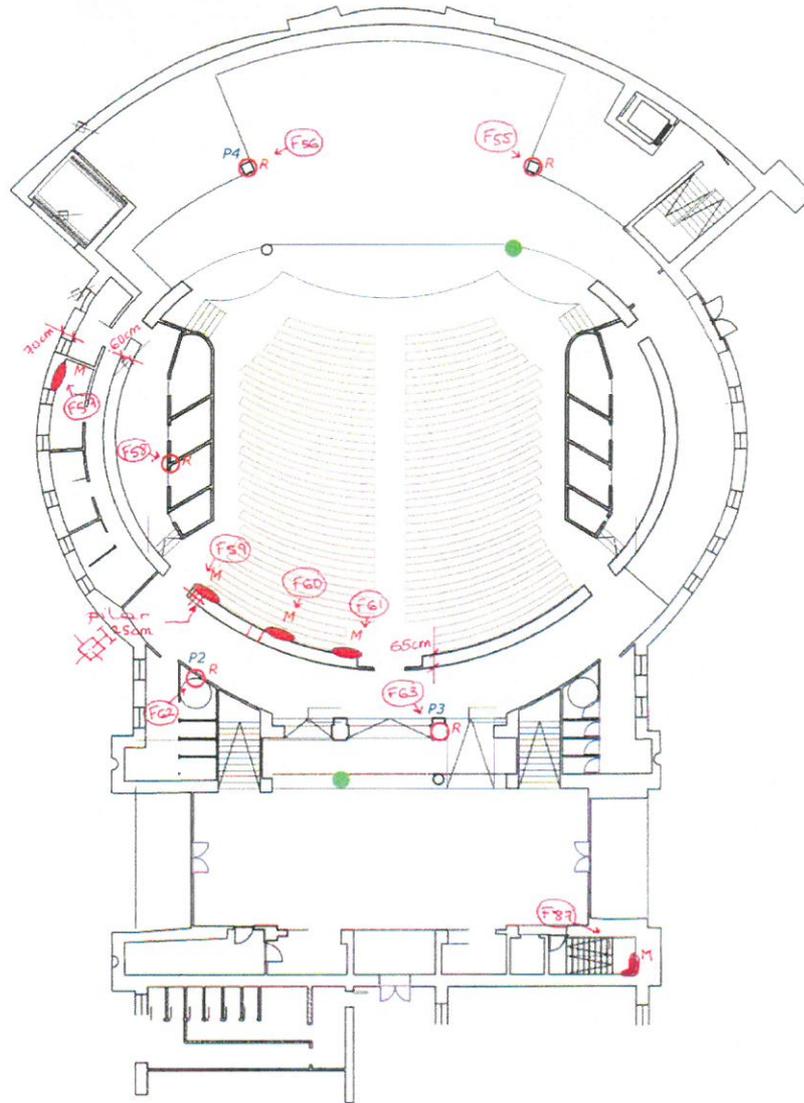
**CROQUIS DE RETIRADA DE ACABADOS**



## TEATRO Pa SOT -1

### leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- P1 Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Taladros de diametro (2.5-5cm) en pilares aparentemente de piedra



## TEATRO PáBa

### leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- P1 Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Taladros de diametro (2.5-5cm) en pilares aparentemente de piedra)



METIRE UT SCIAS

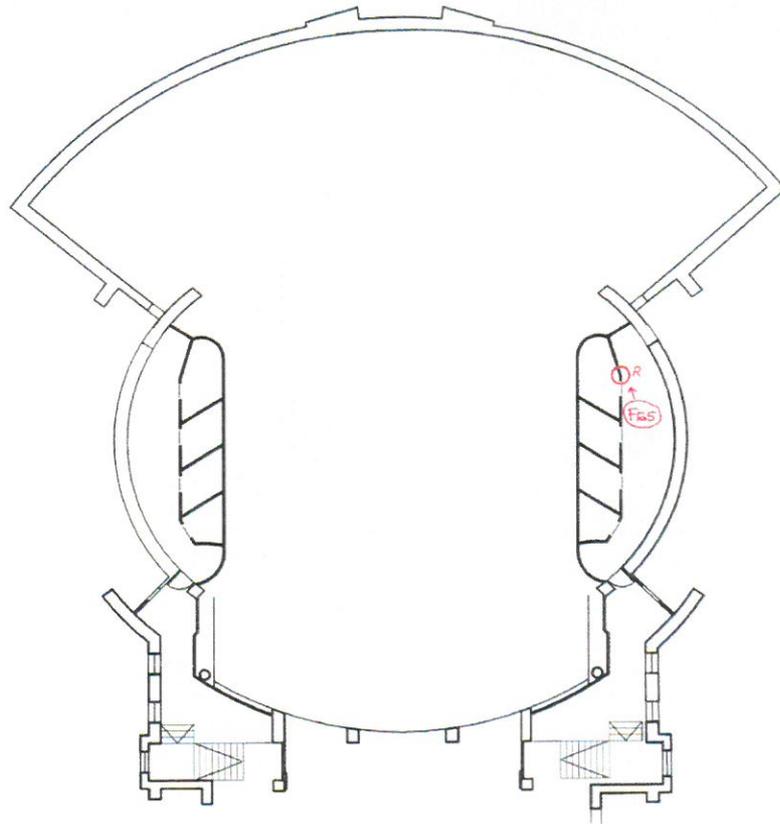
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 113 DE 135



## TEATRO Pa INTERMEDIA leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- R Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Taladros de diametro (2,5-5cm) en pilares aparentemente de piedra.



METIRE UT SCIAS

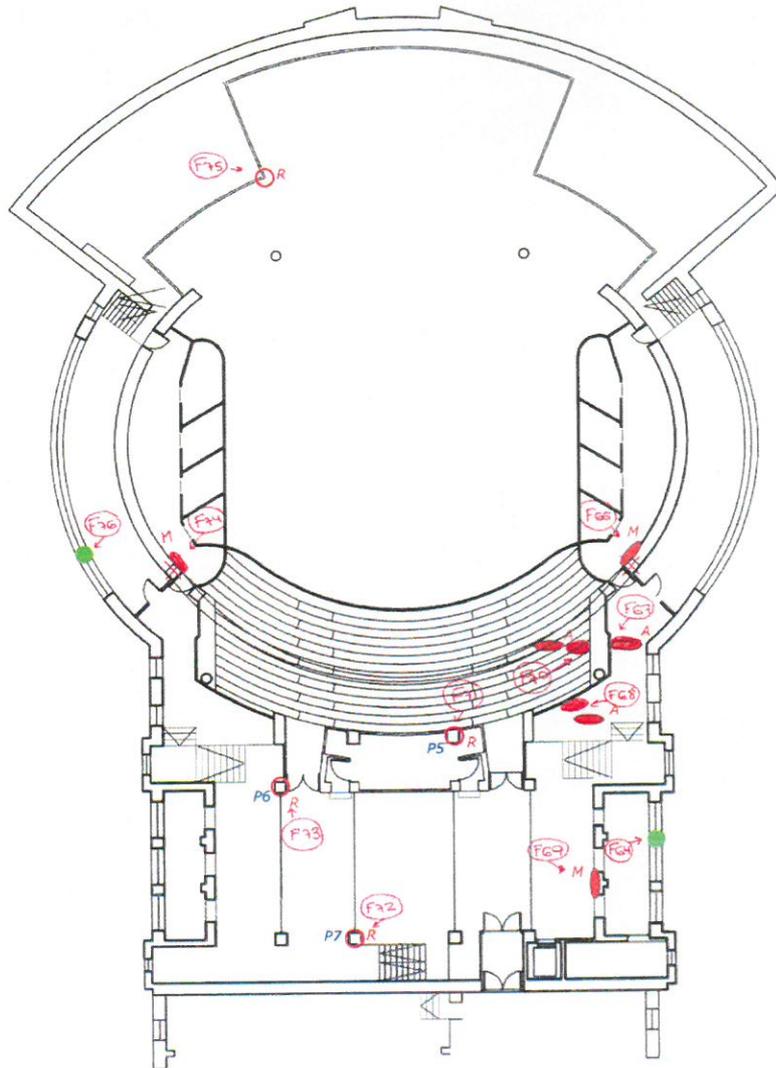
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

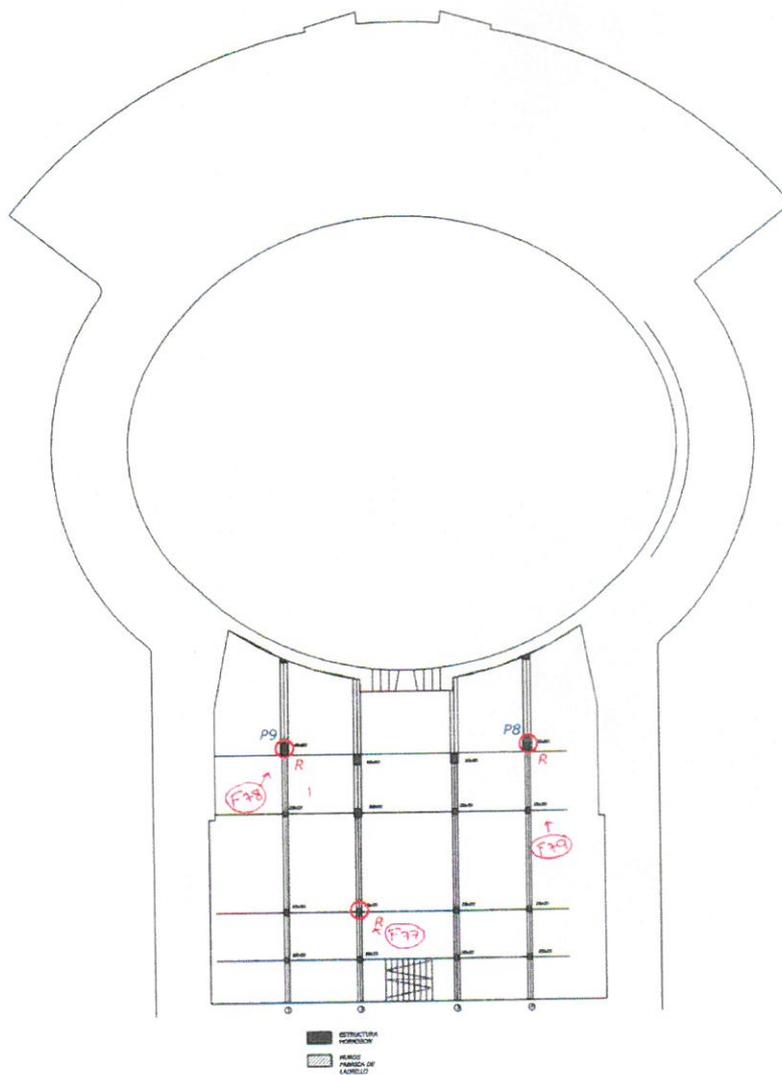
FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 114 DE 135



## TEATRO Pa1a leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- P Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Taladros de diametro (2,3-5cm) en pilares aparentemente de piedra



## TEATRO Pa2a leyenda

- M Retirada acabados en paramentos verticales
- S Retirada acabados en soportes en tres alturas (cabeza, fuste y pie) para ensayos no destructivos
- A Retirada acabados en soportes en techo
- PI Extracción de testigos de hormigón y ensayos no destructivos
- Tatedros de diametro (2.5-5cm) en pilares aparentemente de piedra



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA Nº 116 DE 135

**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



METIRE UT SCIAS

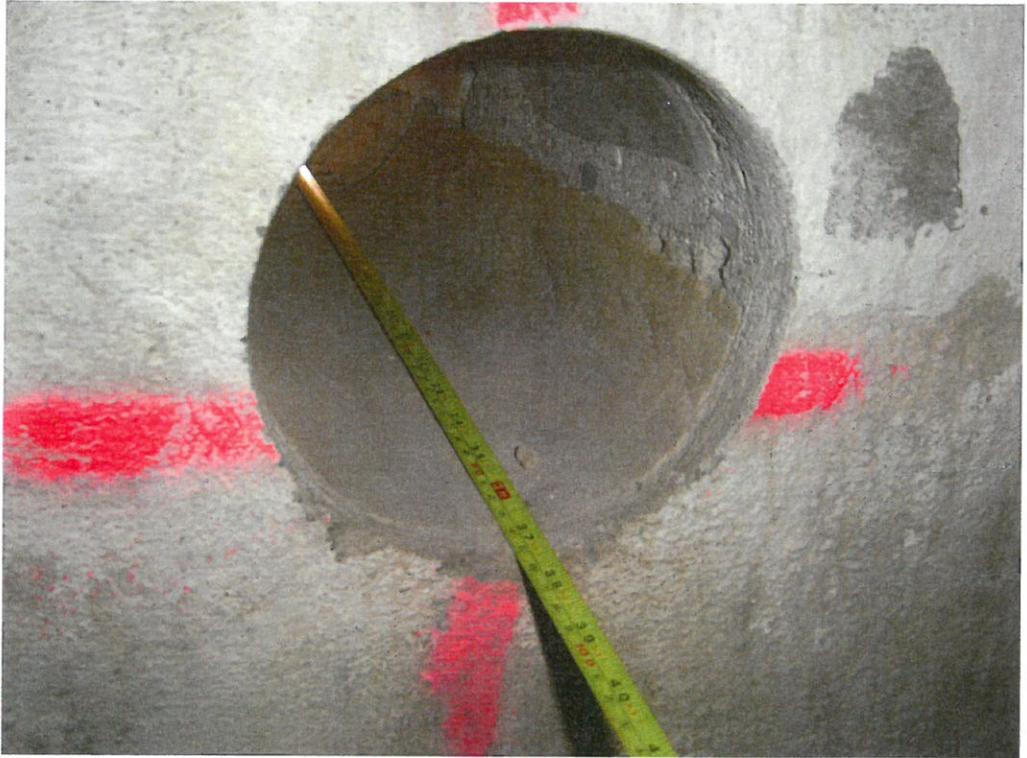
**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 117 DE 135



**F46**



**F47**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 118 DE 135



**F48**



**F49**



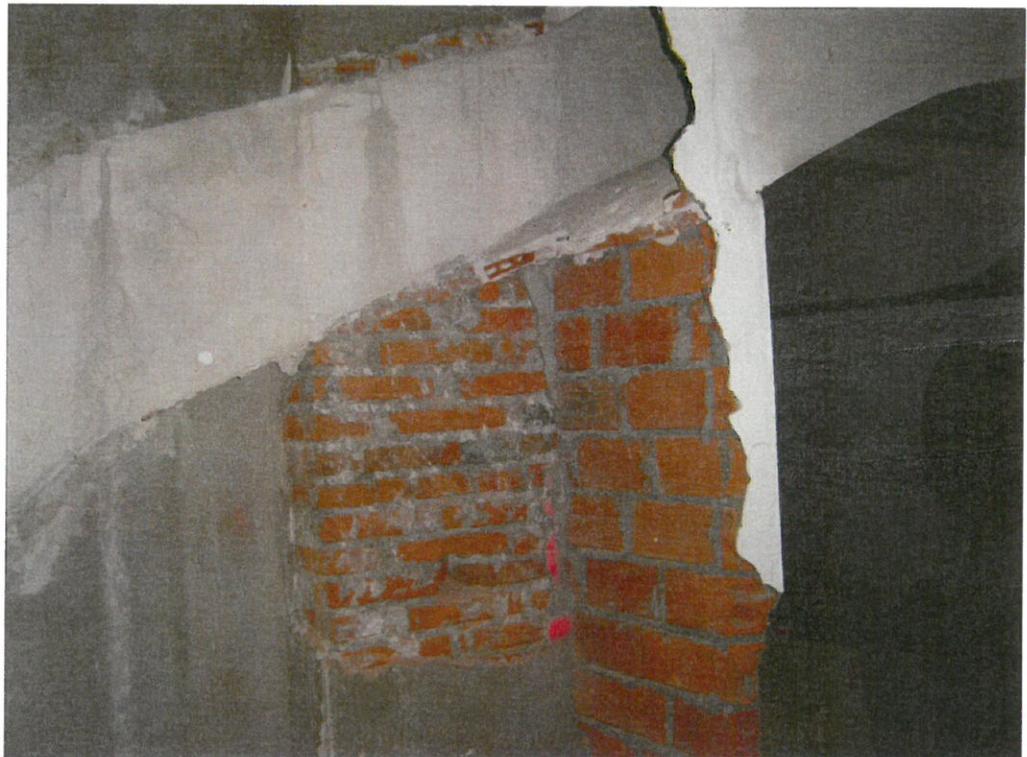
**F50**



**F51**



**F52**



**F53**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 121 DE 135



**F54**



**F55**



**F56**



**F57**



METIRE UT SCLAS

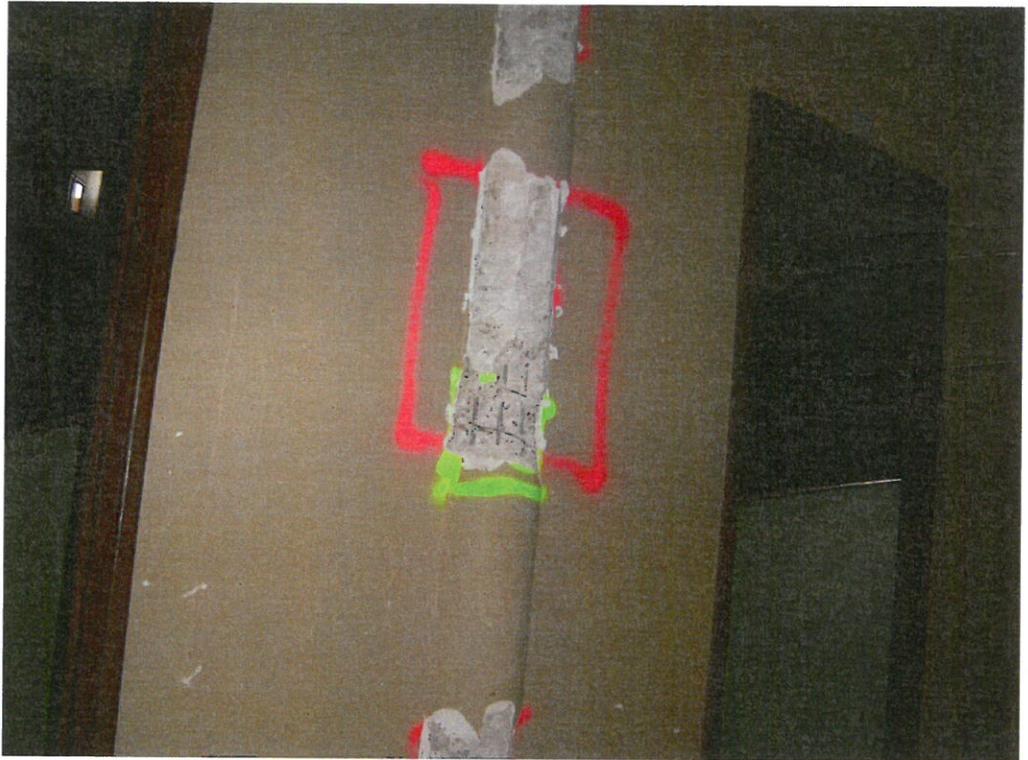
**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 123 DE 135



**F58**



**F59**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 124 DE 135



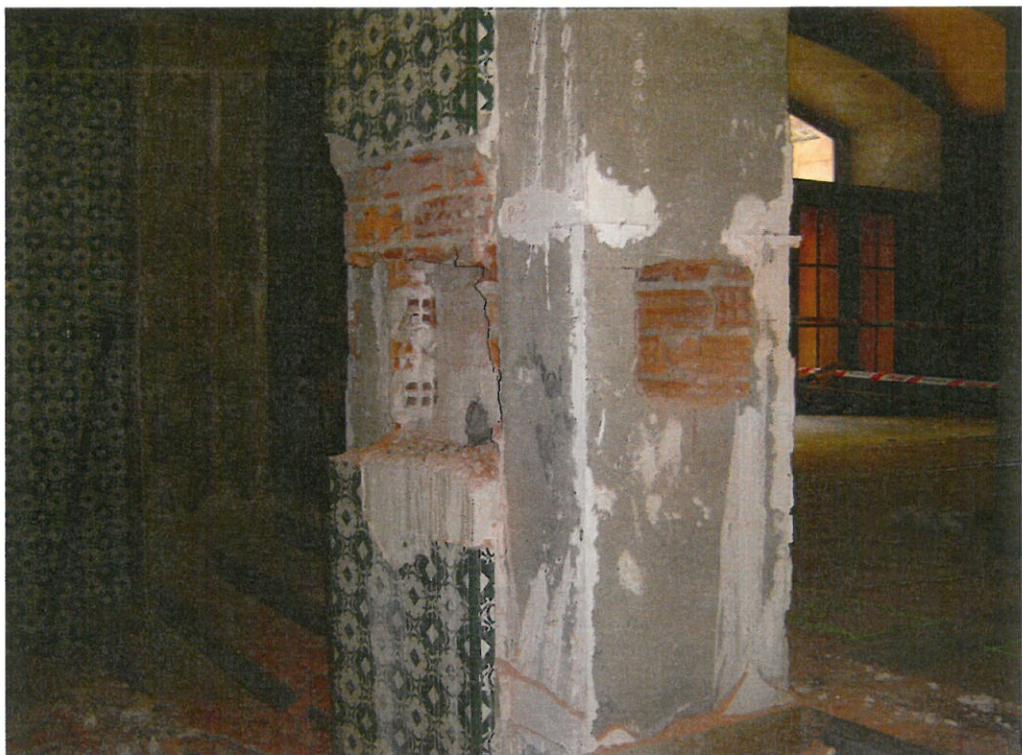
**F60**



**F61**



**F62**



**F63**

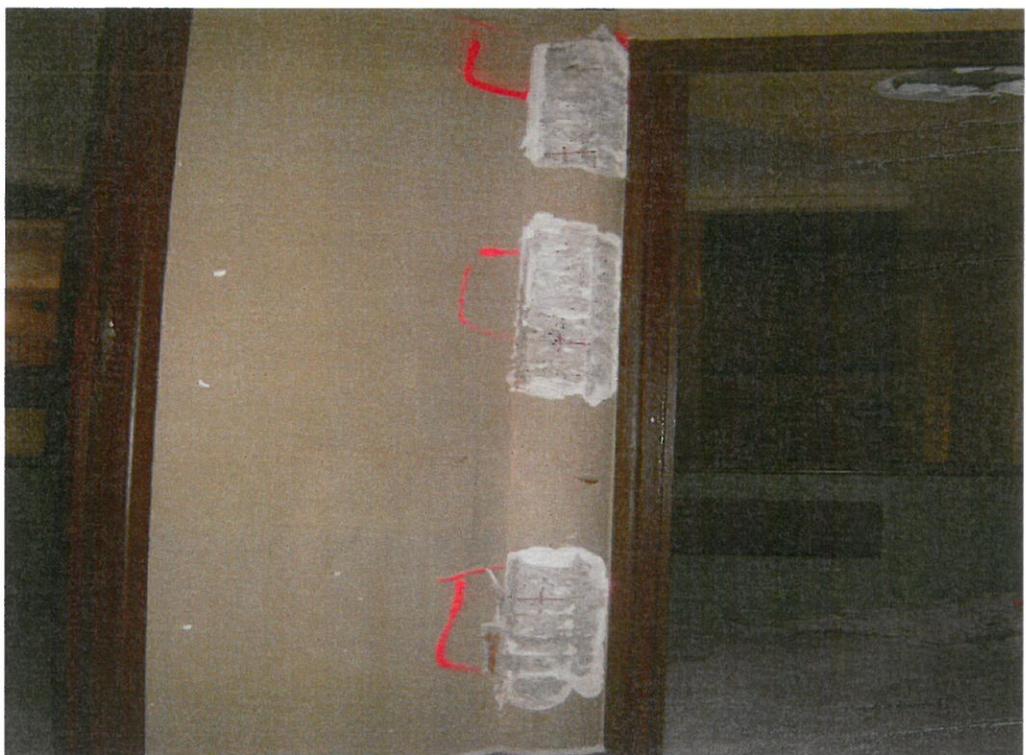
REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 126 DE 135



**F64**



**F65**



**F66**



**F67**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 128 DE 135



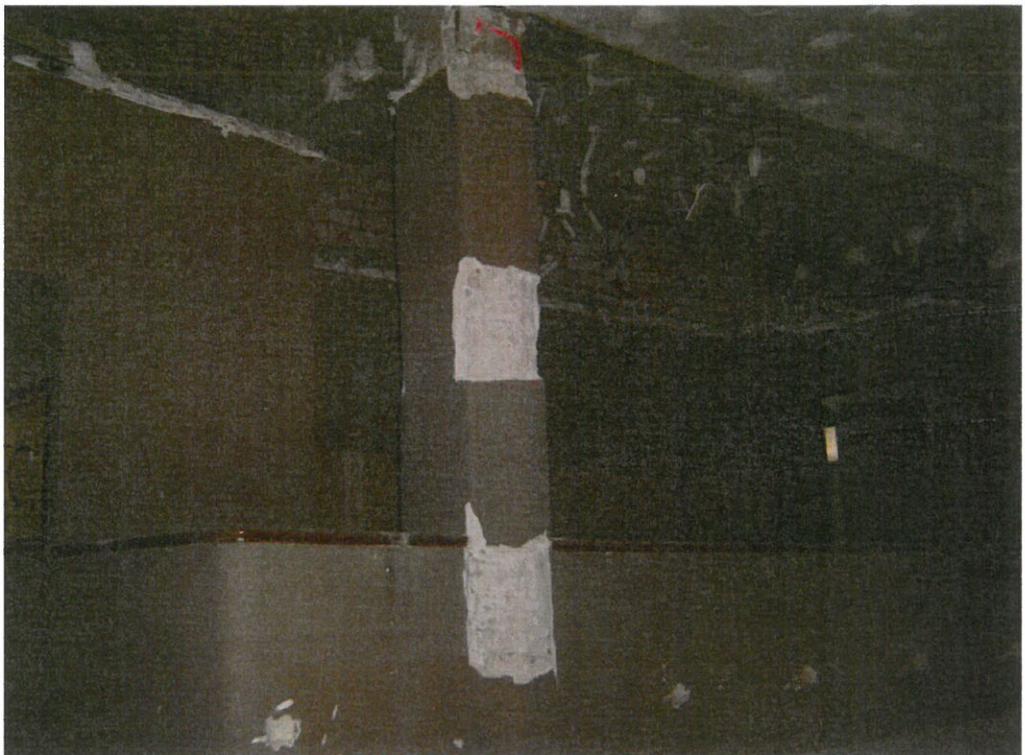
**F68**



**F69**



**F70**



**F71**



**F72**



**F73**



F74



F75

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 132 DE 135



**F76**



**F77**



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 133 DE 135



**F78**



**F79**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 134 DE 135



**F80**



**F81**



METIRE UT SCIAS

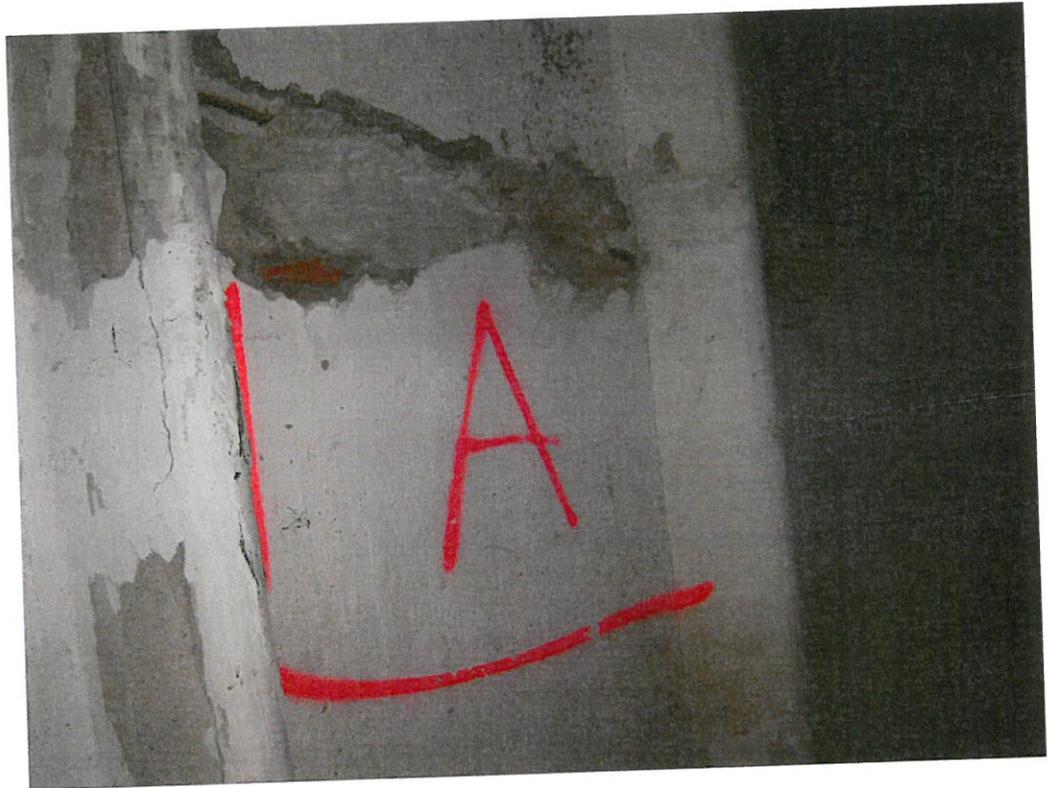
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-07-06

HOJA N° 135 DE 135



**F82**



**F87**



METIRE UT SCIAS

**LABORATORIO**

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

DOCUMENTO: E/LC-09031/EO

FECHA: 2009-06-04

HOJA Nº 1 DE 19

ANEJO Nº 4:

**INFORME SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL HORMIGÓN DE LOS PILARES DEL EDIFICIO QUE ALBERGA EL SALÓN DE ACTOS DE LA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA, FUTURO CENTRO DE CONGRESOS, FERIAS Y EXPOSICIONES.**

Peticionario: **JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN.  
CONSEJERÍA DE FOMENTO.  
DIRECCIÓN GENERAL DE VIVIENDA Y ARQUITECTURA.**  
c/ Rigoberto Cortejoso nº 14, Valladolid.



VÉASE NOTA EN CONTRAPORTADA

### INDICE

1. ANTECEDENTES .....	3
2. OBJETO DEL INFORME .....	4
3. PLAN DE ENSAYOS .....	4
4. METODO OPERATORIO .....	4
4.1. EXTRACCIÓN DE TESTIGOS .....	5
4.2. EXAMEN DE LAS PROBETAS .....	5
4.3. TALLADO Y CONSERVACIÓN .....	6
4.4. ENSAYO A COMPRESIÓN .....	6
4.5. CORRECCIONES .....	6
4.6. RECONOCIMIENTO ESCLEROMETRICO .....	6
4.7. RECONOCIMIENTO ULTRASONICO .....	7
5. RESULTADOS OBTENIDOS .....	8
5.1. EXAMEN DE LAS PROBETAS .....	9
5.2. ENSAYOS DE INFORMACIÓN .....	9
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	10
6.1. CORRELACIÓN TRIPLE ÍNDICE DE REBOTE-VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS-RESISTENCIA A COMPRESIÓN .....	10
6.2. REGRESIÓN VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS -RESISTENCIA A COMPRESIÓN .....	13
6.3. ASIGNACIÓN DE RESISTENCIAS .....	14
7. TOMA DE MUESTRAS DEL MATERIAL DE PILARES .....	16
7. RESUMEN Y COMENTARIOS .....	17
ANEJO Nº 1: PARTES DE EXTRACCIÓN Y CERTIFICADOS DE ENSAYO DE PROBETAS TESTIGO.	
ANEJO Nº 2: RECONOCIMIENTO ESCLEROMÉTRICO. REGISTRO DE LECTURAS.	
ANEJO Nº 3: RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO. REGISTRO DE LECTURAS.	
ANEJO Nº 4: LABORATORIO DE ENSAYO.	



### 1. ANTECEDENTES

La Dirección General de Vivienda y Arquitectura, dependiente de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, ha solicitado al Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) la realización de un estudio del estado actual de la estructura del Salón de actos de la Universidad Laboral de Zamora, de cara a su rehabilitación para formar parte del futuro Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones de Zamora.

En el documento del Instituto de referencia PR/OC-08271/E y fecha 6 de febrero de 2009 se recoge el Plan de Actuación que incluye las actividades necesarias para el estudio. Entre otras actividades se encuentra la realización de ensayos de información sobre el hormigón de los pilares del edificio, con el fin de conocer la calidad del hormigón de la estructura.



Vista del edificio

Estos ensayos de información han consistido en la extracción y ensayo a compresión de nueve probetas testigo de hormigón endurecido y en el reconocimiento esclerométrico y ultrasónico del hormigón de quince tramos de pilar del edificio. Han sido efectuados en obra por un equipo dirigido por D. Antonio Maeso Alcolea, Inspector del Instituto y supervisado por D. José Juan Rozas Hernando, Ingeniero Técnico de Obras Públicas y Jefe de la Sección de Ensayos Estructurales en Obra de INTEMAC, los días 4 y 5 de mayo de 2009.

El ensayo a compresión de las probetas testigo ha sido efectuado por el operador D. Santiago de la Cruz Jiménez el día 11 de mayo de 2009, en el Laboratorio Central del Instituto.

## 2. OBJETO DEL INFORME

El objeto del presente informe es exponer la metodología aplicada en los ensayos y los resultados obtenidos en el estudio de la calidad del hormigón mencionado en el apartado anterior.

## 3. PLAN DE ENSAYOS

Las actividades realizadas para el estudio han sido las siguientes:

- Extracción y ensayo a compresión de 9 probetas testigo de hormigón endurecido.
- Reconocimiento esclerométrico y ultrasónico de pilares. Estos reconocimientos se han efectuado en 15 tramos de pilar del edificio, efectuando una determinación del índice de rebote esclerométrico y de la velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos en las zonas superior, central e inferior, de cada tramo de pilar.
- Estudio de la correlación triple entre los resultados de los ensayos no destructivos y los del ensayo a compresión de las probetas testigo.
- Asignación de resistencias individuales a cada tramo de pilar, por aplicación de las correlaciones estudiadas a los resultados de los ensayos no destructivos.

Adicionalmente, mediante sonda rotativa se han tomado muestras del material que conforma cuatro pilares del edificio, con el fin de confirmar su constitución.

## 4. MÉTODO OPERATORIO

El método operatorio seguido para la realización de los ensayos no destructivos se ajusta a las prescripciones de las normas UNE-EN 12504-2:2002 y UNE-EN 12504-4:2006, "Determinación del índice de rebote" y "Determinación de la velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos" respectivamente. En lo referente a la extracción, tallado, conservación y ensayo a compresión de las probetas testigo el método operatorio seguido se ajusta a las prescripciones de las normas UNE EN 12504-1:2001 y UNE-EN 12390-3:2003 y a la Instrucción M.2.04.03. Ed. 3 del Manual de Instrucciones Técnicas de INTEMAC: "Preparación, refrentado y ensayo de probetas testigo".



#### 4.1. EXTRACCIÓN DE TESTIGOS

Los testigos se han extraído tras el replanteo de la posición de las armaduras existentes en la zona de extracción de cada elemento, efectuado mediante sonda magnética PROCEQ (Código interno EO-013).



Extracción de probetas testigo en pilares del edificio

Para la extracción se ha empleado una sonda rotativa HILTI (Código interno EO-012), provista de corona de diamante HILTI de 100 mm de diámetro interior, habida cuenta del tamaño máximo del árido presente en el hormigón.

Finalizada la extracción de testigos se ha procedido al relleno de los taladros producidos, utilizando para ello un hormigón de calidad superior al extraído. La unión entre ambos hormigones queda garantizada mediante la aplicación de una capa de resina epoxi de alto poder adherente sobre la superficie de los taladros, previamente a la introducción del hormigón de relleno. La compactación de este hormigón se ha realizado mediante un retacador de diámetro similar al del testigo extraído.

#### 4.2. EXAMEN DE LAS PROBETAS

Tanto en obra, inmediatamente después de su extracción, como en laboratorio se ha procedido a la inspección visual de las probetas testigo con el fin de comprobar la existencia de defectos en el hormigón (coqueras, fisuras previas al ensayo, juntas de hormigonado, presencia de armaduras, etc.).



#### 4.3. TALLADO Y CONSERVACIÓN

Las probetas testigo han sido talladas en laboratorio con sierra de disco de diamante de 500 mm de diámetro (Código Interno HA-335), ajustando su longitud de manera que su esbeltez, comprendida entre 1 y 2, se aproximara lo más posible a 2. Hasta el momento del ensayo se ha permitido su secado en ambiente de laboratorio, de forma que el estado de saturación del hormigón de las probetas fuese semejante al del hormigón de la obra.

#### 4.4. ENSAYO A COMPRESIÓN

Tras el refrentado y la comprobación del peso y de las dimensiones de las probetas, realizada mediante un pie de rey de 0,1 mm de apreciación (código interno HA-052) y una balanza de 1 g de apreciación (código interno HA-332), se ha procedido a su ensayo a compresión en prensa ZWICK/ROELL (código interno HA-022) de 1.000 kN de capacidad.

#### 4.5. CORRECCIONES

A los resultados del ensayo de las probetas testigo se les aplican dos coeficientes de corrección que tienen por objeto lo siguiente:

- a) Exponer la resistencia correspondiente a probetas de esbeltez 2, lo que implica reducir el resultado cuando dicha esbeltez es menor <sup>(1)</sup>.
- b) Exponer la resistencia en términos comparables con las hipótesis de proyecto, que se basan en ensayos de probetas moldeadas fabricadas con procedimientos normalizados. Estos procedimientos son más cuidadosos que los empleados en la buena práctica constructiva habitual, por lo que la corrección implica una mejora de los resultados de ensayo, de acuerdo con el Artículo 86.8 de la Instrucción EHE-08 "Ensayos de información complementaria del hormigón".

#### 4.6. RECONOCIMIENTO ESCLEROMÉTRICO

El reconocimiento esclerométrico se ha efectuado en 15 tramos de pilar del edificio, con base en una triple determinación realizada en las zonas superior, central e inferior de cada tramo.

(1) De acuerdo con lo indicado en la Instrucción M.2.04.03. Ed. 3 del Manual de Instrucciones Técnicas de INTEMAC: "Preparación, refrentado y ensayo de probetas testigo".

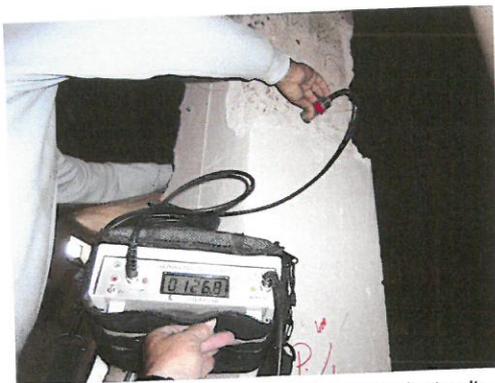


Reconocimiento esclerométrico de pilares del edificio

Para cada determinación se han efectuado diez impactos válidos con esclerómetro, hallándose posteriormente la mediana de los valores obtenidos. Se empleó un esclerómetro "SCHMIDT" tipo N (Código interno EO-006) contrastado antes y después de los ensayos mediante un yunque de tarado (Código interno EO-009).

#### 4.7. RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO

Este reconocimiento se ha efectuado en los mismos puntos en que se ha realizado el reconocimiento esclerométrico. Para cada determinación se han efectuado dos lecturas válidas, hallándose posteriormente la media aritmética.



Reconocimiento ultrasónico de pilares del edificio

Se empleó un aparato STEINKAMP BP-5 (Código interno EO-108), convenientemente tarado antes y después de los ensayos, provisto de palpadores piezoeléctricos de 30 mm de diámetro, que emiten ondas ultrasónicas con una frecuencia de 45 kHz.

Las determinaciones han sido efectuadas en posición directa (Palpadores enfrentados) en todos los casos. Las dimensiones de los elementos auscultados han sido determinadas con cinta métrica metálica (Código interno HA-017) de 1 mm de apreciación.

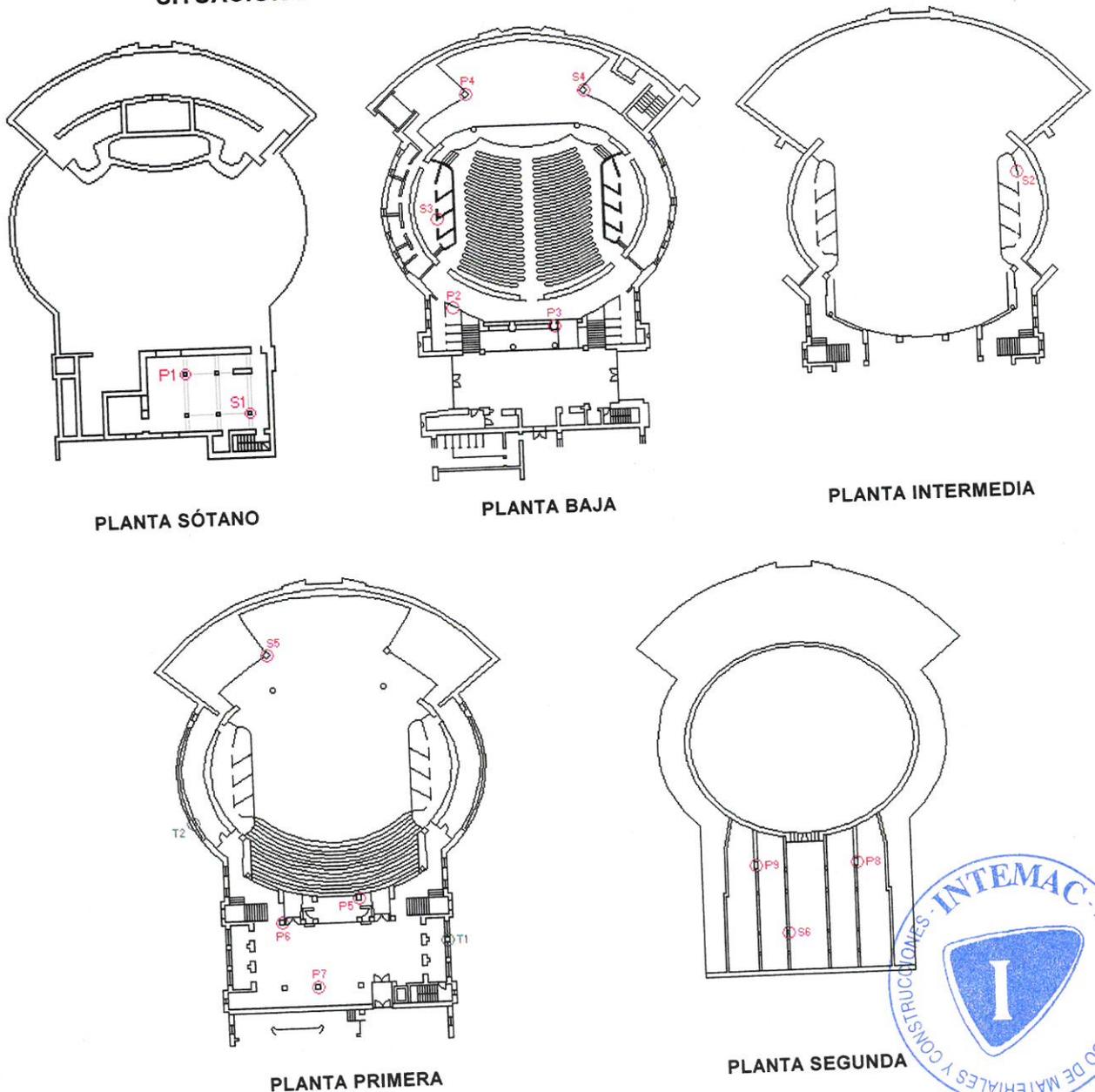


#### 5. RESULTADOS OBTENIDOS

En los Anejos n° 1 a 4 a este documento se recoge la información completa de los ensayos realizados.

La situación de los puntos de extracción de las probetas testigo se indica en los croquis siguientes.

**FIGURA N° 1**  
**SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE LOS TESTIGOS**



**5.1. EXAMEN DE LAS PROBETAS**

No se ha detectado la existencia de defectos en el hormigón (coqueras, segregación de los áridos, cambio de color entre la zona superior y el resto de la probeta, etc.) de las nueve probetas extraídas.

**5.2. ENSAYOS DE INFORMACIÓN**

A continuación, en el Cuadro nº 1, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los puntos de extracción de las probetas testigo.

**CUADRO Nº 1.  
RESUMEN DE RESULTADOS**

DESIGNACIÓN DE LAS PROBETAS	ZONA DE OBRA EN LA QUE SE HA EFECTUADO LA EXTRACCIÓN		ÍNDICE DE REBOTE	VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS ( km/s )	f <sub>c, testigos</sub> ( MPa )
	PLANTA	PILAR			
9	SÓTANO	P-1	51,0	4,39	31,3
6	BAJA	P-2	50,0	3,99	19,0
7		P-3	44,0	4,17	22,8
8		P-4	40,0	3,13	9,1
5		P-5	40,0	3,43	10,6
3	1ª	P-6	40,0	3,55	14,4
4		P-7	50,0	3,78	12,7
2		P-8	42,0	3,28	10,6
1	2ª	P-9	44,0	3,61	11,5



## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 6.1. CORRELACIÓN TRIPLE ÍNDICE DE REBOTE – VELOCIDAD IMPULSOS ULTRASÓNICOS – RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Considerando los 9 tríos de resultados, a partir de los resultados de los ensayos efectuados se ha establecido la correlación triple entre la resistencia a compresión ( $f_c$ ) de las probetas testigo, los índices de rebote ( $I_r$ ) esclerométricos y las cuartas potencias de las velocidades de propagación ( $V_p$ ). La superficie obtenida se considera como el lugar geométrico de las resistencias más probables del hormigón en cada punto en el que se ha obtenido una pareja de valores  $I_r - V_p$ .

La superficie obtenida en la correlación triple, cuyo coeficiente de correlación es 0,973, es la siguiente:

$$f_c = 0,089 V_p^4 - 0,297 I_r + 11,086$$

Sin embargo, dado que en esta expresión el coeficiente que corresponde al índice de rebote tiene signo negativo, esta correlación no debe emplearse para asignar resistencias a los tramos de pilar objeto del estudio.

En los cuadros y figuras siguientes se exponen y representan las características más importantes de la correlación antes indicada.



**CORRELACIÓN TRIPLE VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS - INDICE DE REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

OBRA : UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA

PUNTO Nº	ÍNDICE DE REBOTE	VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS (km/s)	f <sub>c</sub> , testigos (MPa)	f <sub>c</sub> , asignada (MPa)	DESVIACIÓN (MPa)	OBSERVACIONES
1	51,0	4,39	31,3	28,9	2,5	
2	50,0	3,99	19,0	18,9	0,2	
3	44,0	4,17	22,8	25,0	-2,2	
4	40,0	3,13	9,1	7,8	1,3	
5	40,0	3,43	10,6	11,6	-1,0	
6	40,0	3,55	14,4	13,4	1,0	
7	50,0	3,78	12,7	14,4	-1,7	
8	42,0	3,28	10,6	9,0	1,6	
9	44,0	3,61	11,5	13,2	-1,7	

**SUPERFICIE DE REGRESIÓN:**  
 $f_c = -0,297 \cdot i.R. + 0,089 \cdot V^4 + (11,086)$  (f<sub>c</sub> en MPa ; V en km/s)

**ESTUDIO DE LA VARIANZA:**

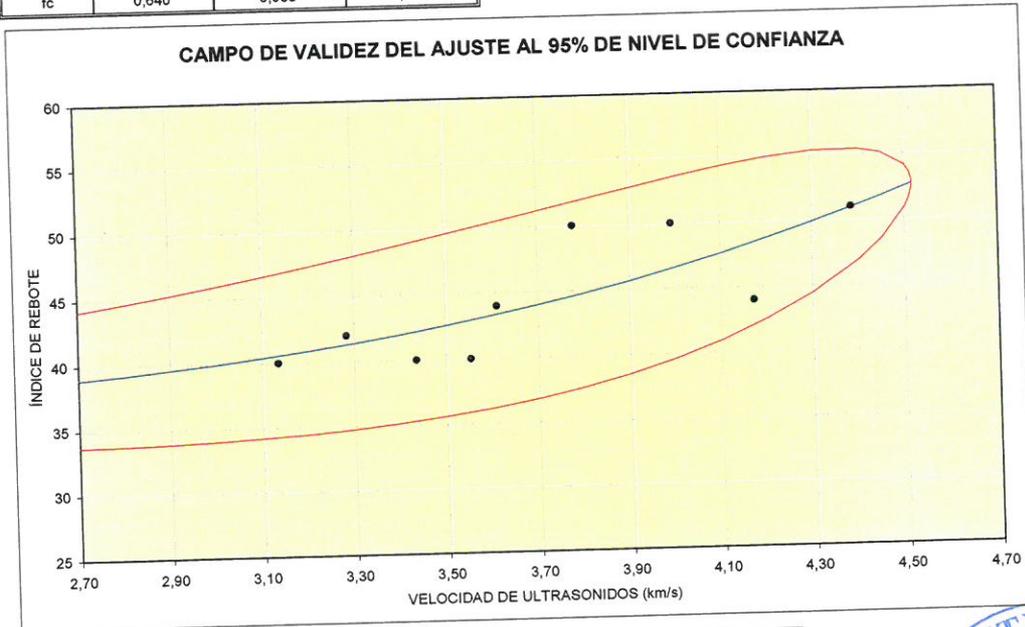
VARIANZA DE LA REGRESION	407
VARIANZA TOTAL	430
VARIANZA RESIDUAL	23

**MATRIZ DE COVARIANZA:**

	I. R.	V <sup>4</sup>	f <sub>c</sub>
I. R.	21,3	314,2	21,7
V <sup>4</sup>	314,2	8285,2	644,3
f <sub>c</sub>	21,7	644,3	53,8

**MATRIZ DE CORRELACIÓN:**

	I. R.	V <sup>4</sup>	f <sub>c</sub>
I. R.	1,000	0,748	0,640
V <sup>4</sup>	0,748	1,000	0,965
f <sub>c</sub>	0,640	0,965	1,000

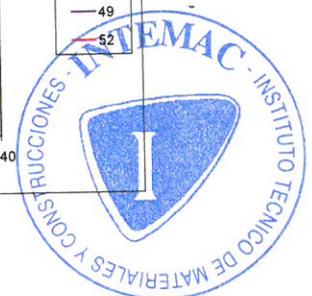
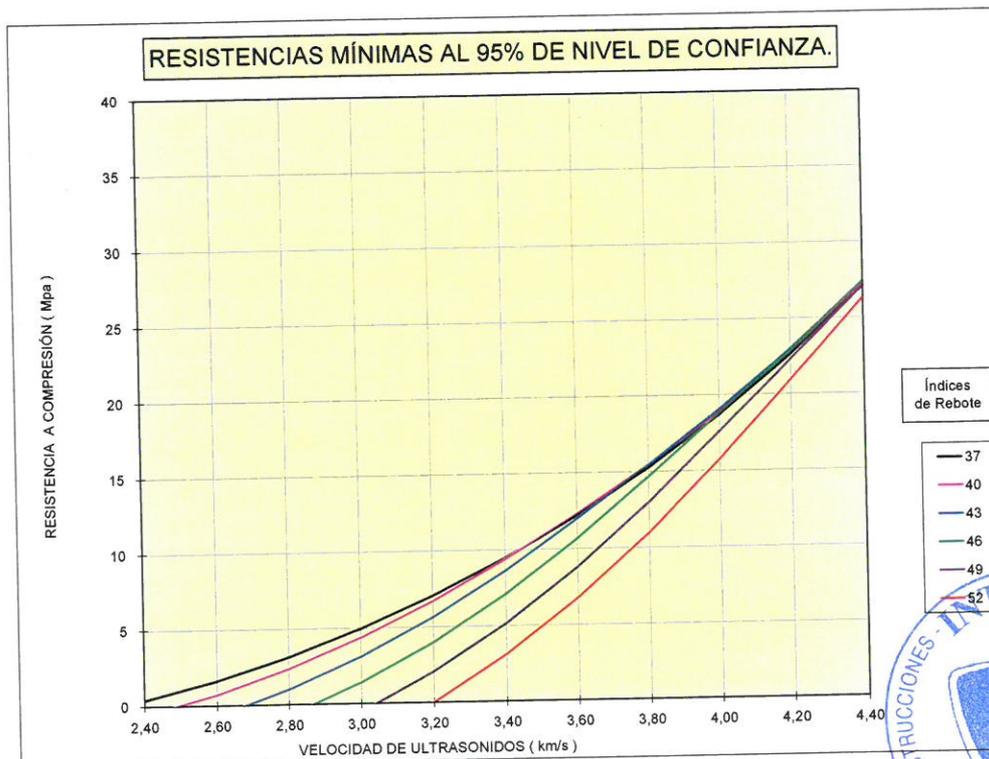
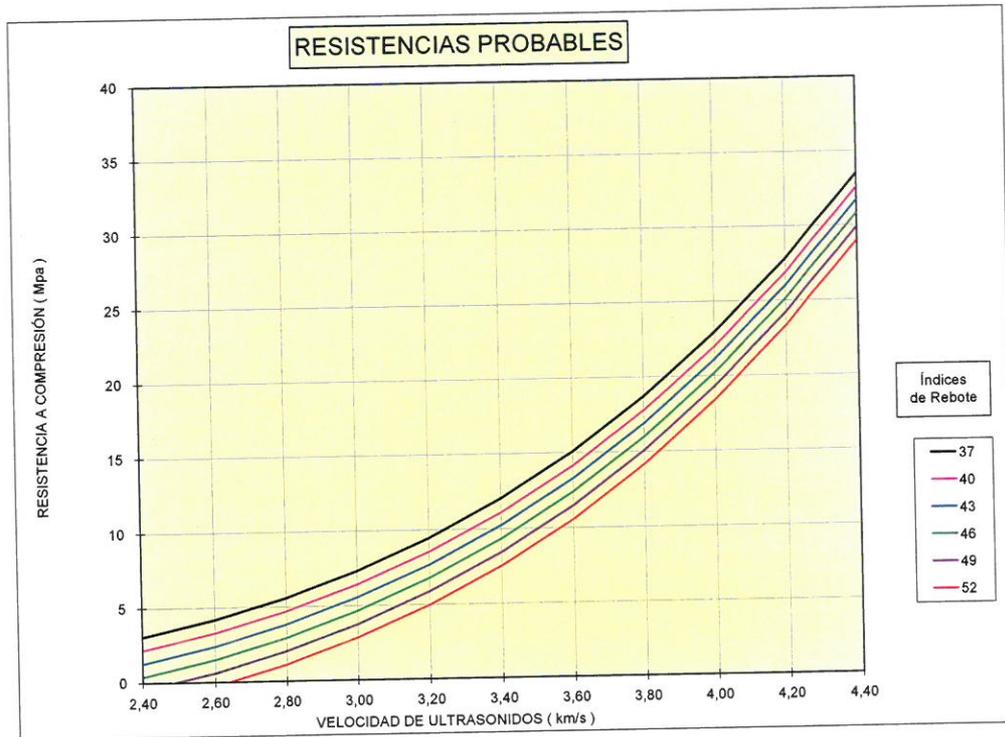


**PRECISIÓN DE LA CORRELACION CONJUNTA:**

DESVIACIÓN MUESTRAL	1,9 MPa	CALIFICACIÓN :
RESTO CUADRÁTICO	0,947	
AJUSTE	0,973	



REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL AJUSTE OBTENIDO



## 6.2. REGRESIÓN VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS - RESISTENCIA A COMPRESIÓN.

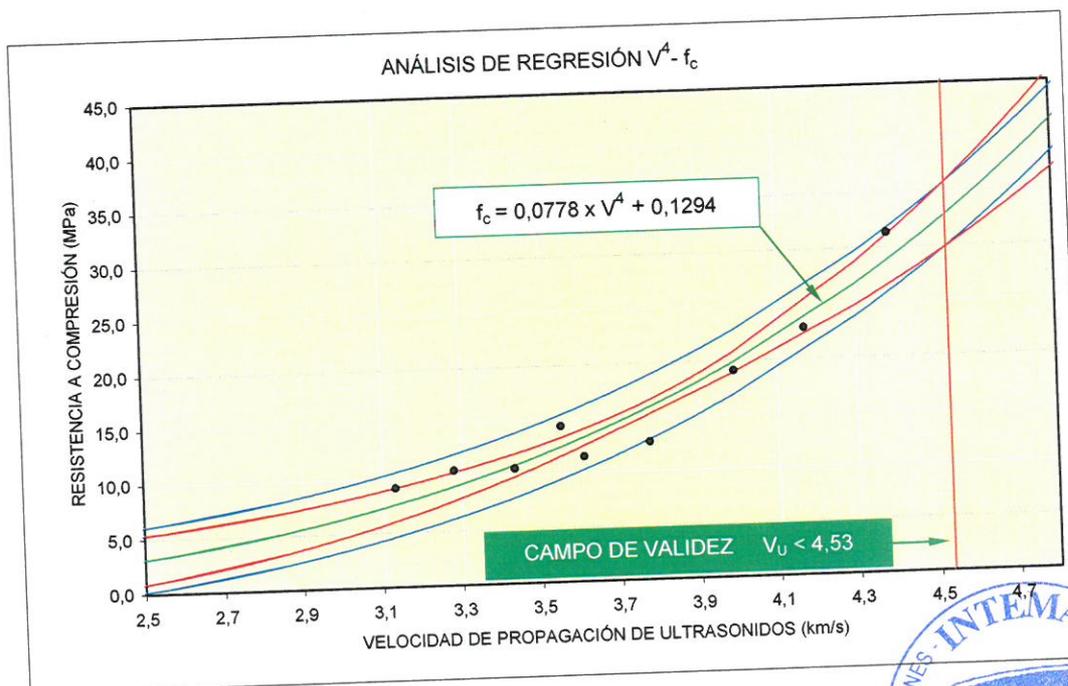
A la vista de que en el estudio de la correlación triple no se han obtenido resultados satisfactorios de cara a la asignación de resistencias individuales, se ha estudiado una regresión entre la velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos ( $V_u$ ) y la resistencia a compresión ( $f_c$ ) de las probetas testigo.

Al igual que en el caso anterior se han considerado las 9 parejas de resultados y se ha establecido una regresión entre ambos parámetros. La curva obtenida se considera como el lugar geométrico de las resistencias más probables del hormigón en cada punto en que se ha obtenido la velocidad de propagación de ultrasonidos.

La curva de la regresión obtenida es:

$$f_c = 0,0778 V_u^4 + 0,1294$$

El coeficiente de la correlación es 0,965 y el ajuste puede calificarse de "muy bueno". En la figura siguiente se representa la correlación indicada.



### 6.3. ASIGNACIÓN DE RESISTENCIAS

Por aplicación de la expresión obtenida, en la regresión entre la velocidad de ultrasonidos y la resistencia a compresión de las probetas testigo, a las parejas de valores obtenidos en los ensayos no destructivos, se pueden asignar resistencias individuales a cada tramo de pilar, que corresponden a las resistencias a compresión más probables (que deben utilizarse en caso de realizarse estudios por métodos semiprobabilistas) y las resistencias mínimas probables para un nivel de confianza del 95 % (que son las que deben emplearse para efectuar comprobaciones de seguridad por métodos deterministas).

Los valores así obtenidos se incluyen en el Cuadro n° 2 que se expone a continuación.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_





METIRE UT SCIAS

LABORATORIO

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

DOCUMENTO: E/LC-09031/E0

FECHA: 2009-06-04

HOJA N° 15 DE 19

**CUADRO N° 2  
RESISTENCIAS ASIGNADAS**

ZONA DE ENSAYO			VELOCIDAD DE ULTRASONIDOS ( km / s )	f <sub>c, probable</sub> ( MPa )		f <sub>c, minima probable</sub> ( MPa )		OBSERVACIONES					
PLANTA	PILAR N°	ZONA											
PLANTA SÓTANO	P-1	Superior	4,54	33,0	28,9	29,9	26,4	f <sub>c, testigo</sub> = 31,3 Mpa					
		Central	4,39	28,9		26,4							
		Inferior	4,57	34,0		30,7							
	S-1	Superior	4,16	23,5	23,5	21,8	21,8						
		Central	4,26	25,8		23,8							
		Inferior	4,48	31,5		28,6							
PLANTA BAJA	P-2	Superior	-	-	19,9	-	18,6	f <sub>c, testigo</sub> = 19,0 Mpa					
		Central	3,99	19,9		18,6							
		Inferior	-	-		-							
	P-3	Superior	3,74	15,3	15,3	14,3	14,3		f <sub>c, testigo</sub> = 22,8 Mpa				
		Central	4,17	23,7		22,0							
		Inferior	4,05	21,0		19,6							
	P-4	Superior	-	-	7,6	-	5,9			f <sub>c, testigo</sub> = 9,1 Mpa			
		Central	3,27	9,0		7,4							
		Inferior	3,13	7,6		5,9							
		S-3	Superior	3,21		8,4					8,4	6,7	6,7
			Central	3,25		8,8						7,2	
			Inferior	3,29		9,2						7,7	
S-4	Superior	3,88	17,7	17,4	16,7	16,4							
	Central	3,86	17,4		16,4								
	Inferior	3,89	18,0		16,9								
PLANTA INTERMEDIA	S-2	Superior	3,46	11,2	11,2	10,0	9,9						
		Central	3,45	11,2		9,9							
		Inferior	3,63	13,6		12,5							
PLANTA 1ª	P-5	Superior	3,73	15,2	10,9	14,2	9,5	f <sub>c, testigo</sub> = 10,6 Mpa					
		Central	3,43	11,0		9,6							
		Inferior	3,43	10,9		9,5							
	P-6	Superior	3,34	9,8	9,8	8,4	8,4		f <sub>c, testigo</sub> = 14,4 Mpa				
		Central	3,55	12,5		11,4							
		Inferior	3,88	17,7		16,6							
	P-7	Superior	3,62	13,4	13,4	12,3	12,3			f <sub>c, testigo</sub> = 12,7 Mpa			
		Central	3,78	16,0		15,0							
		Inferior	3,97	19,5		18,3							
	S-5	Superior	-	-	20,5	-	19,2						
		Central	4,02	20,5		19,2							
		Inferior	4,17	23,6		21,9							
PLANTA 2ª	P-8	Superior	3,38	10,3	9,1	8,9	7,6	f <sub>c, testigo</sub> = 10,6 Mpa					
		Central	3,28	9,1		7,6							
		Inferior	3,65	13,9		12,9							
	P-9	Superior	3,60	13,2	13,2	12,1	12,1		f <sub>c, testigo</sub> = 11,5 Mpa				
		Central	3,61	13,3		12,2							
		Inferior	3,95	19,1		17,9							
	S-6	Superior	4,18	23,8	21,5	22,1	20,0						
		Central	4,29	26,4		24,4							
		Inferior	4,07	21,5		20,0							

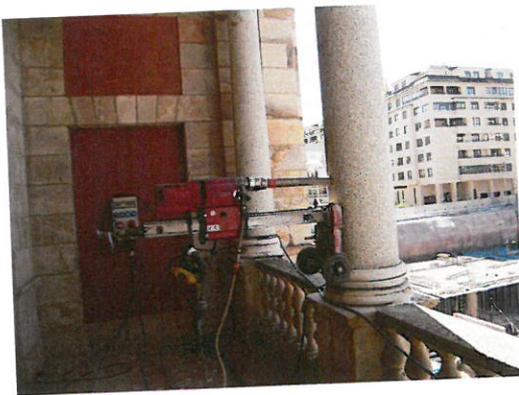


VÉASE NOTA EN CONTRAPORTADA

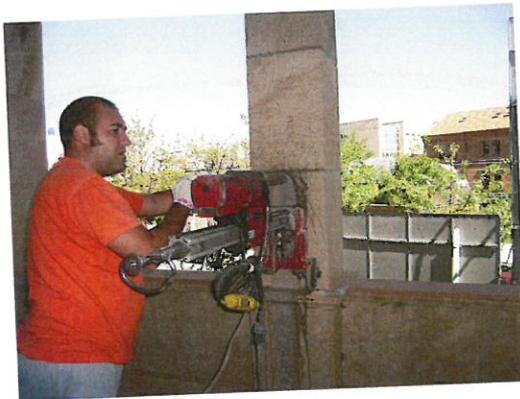
### 7. TOMA DE MUESTRAS DEL MATERIAL DE PILARES

En las figuras y fotografías siguientes se describen las muestras obtenidas en cuatro pilares del edificio. Mediante estas muestras se ha constatado que, en el caso de los pilares de granito y de piedra arenisca, se trata de elementos macizos de piedra.

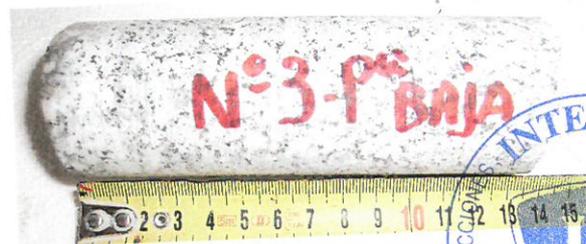
#### MUESTRA T1 (Pilar de Planta 1ª)



#### MUESTRA T2 (Pilar de planta 1ª)

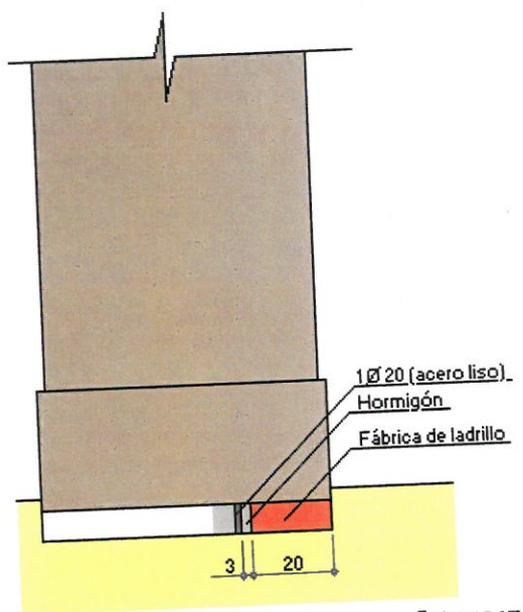


#### MUESTRA T3 (Pilar de Planta Baja)



En el caso de uno de los pilares cilíndricos del escenario, se ha comprobado que se trata de un pilar de hormigón armado, revestido de fábrica de ladrillo.

### MUESTRA T4 (Pilar del Escenario, Planta Baja)



Cotas en cm

### 8. RESUMEN Y COMENTARIOS

A solicitud de la Dirección General de Vivienda y Arquitectura, dependiente de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, el Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) realiza un estudio del estado actual de la estructura del Salón de actos de la Universidad Laboral de Zamora, de cara a su rehabilitación para formar parte del futuro Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones de Zamora.

Entre otras actividades de este estudio, se encuentra la realización de ensayos de información sobre el hormigón de los pilares del edificio, con el fin de conocer la calidad del hormigón de la estructura.



En los apartados anteriores se han expuesto la metodología aplicada y los resultados obtenidos en el estudio de la calidad del hormigón. Como resumen puede señalarse lo siguiente:

- Se han efectuado ensayos no destructivos en 15 tramos de pilar del edificio, efectuando una determinación del índice de rebote esclerométrico y de la velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos en las zonas superior, central e inferior, de cada tramo de pilar, y se han extraído y ensayado a compresión 9 probetas testigo de hormigón endurecido.
- Adicionalmente, mediante sonda rotativa se han tomado muestras del material que conforma cuatro pilares del edificio, con el fin de confirmar su constitución.
- Se ha establecido una correlación triple, Resistencia a compresión-Índice de rebote-Velocidad de ultrasonidos, con los resultados de los ensayos obtenidos en los puntos de extracción de las probetas testigo, que presenta un coeficiente de correlación de 0,973. Dado que, en nuestra opinión, no debía emplearse para asignar resistencias individuales a los tramos de pilar, se ha establecido una correlación entre velocidad de propagación de ultrasonidos y las resistencias a compresión, que presenta un coeficiente de correlación de 0,965.
- A continuación se han asignado resistencias individuales a cada tramo de pilar estudiado, aplicando la expresión matemática de la correlación  $V_u - f_c$  a los valores de la velocidad de propagación de ultrasonidos obtenidos.
- Los valores obtenidos en el ensayo a compresión de las probetas testigo extraídas en pilares oscilan entre 9,1 MPa y 31,3 MPa.
- Las resistencias a compresión probables, para un nivel de confianza del 95%, asignadas oscilan entre 7,6 MPa y 28,9 MPa, mientras que las mínimas probables lo hacen entre 5,9 MPa y 26,4 MPa.



Este informe consta de 19 páginas numeradas y selladas y 4 Anejos.  
Torrejón de Ardoz, 4 de junio de 2009.

EL JEFE DE LA SECCIÓN DE  
ENSAYOS ESTRUCTURALES EN OBRA



José Juan Rozas Hernando  
Ingeniero Técnico de Obras Públicas

CONFORME  
EL DIRECTOR DEL ÁREA  
DE ENSAYOS ESTRUCTURALES



Jorge Ley Urzaiz  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

VºBº  
EL DIRECTOR DEL LABORATORIO CENTRAL



Jaime A. Fernández Gómez  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



METIRE UT SCIAS

**LABORATORIO**

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

DOCUMENTO: E/LC-09031/EO

FECHA: 2009-06-04

HOJA N° 1 DE 3

**ANEJO N° 1**

**PARTES DE EXTRACCIÓN Y CERTIFICADOS DE ENSAYO DE  
PROBETAS TESTIGO.**



VÉASE NOTA EN CONTRAPORTADA

Peticionario : Junta de Castilla y León. Consejería de Fomento. Dir.Gral. de Viv.y Arq.	Referencia del asunto: E/LC-09031/EO (E/LC-09161/HA)
Dirección: c/ Rigoberto Cortejoso nº 14. 47014 VALLADOLID	
Obra : Universidad Laboral de Zamora ( Futuro Centro de Congresos, Ferias y Esposiciones).	
Construtor : -	

### PARTE DE EXTRACCIÓN, EXAMEN Y ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS TESTIGO DE HORMIGÓN (UNE-EN 12504-1:2001 y UNE-EN 12390-3:2003)

EXTRACCIÓN DE PROBETAS TESTIGO	Fecha de extracción: 2009-05-04 y 05		EQUIPO DE EXTRACCIÓN				RELLENO DE TALADROS				
	Realizada por INTEMAC: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Sonda: HILTI (Código: HA-012)				Realizado por INTEMAC: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
	Inspector: A. MAESO		Corona: HILTI				Con homigón: <input type="checkbox"/>				
Ayudante: D. SIERRA		Pachómetro: PROCEQ (Código: HA-013)				Con otros productos: <input checked="" type="checkbox"/>					
DATOS TOMADOS EN OBRA							DATOS POSTERIORES				
DESIGNACIÓN DE LAS PROBETAS	ZONA DE OBRA EN LA QUE SE HA EFECTUADO LA EXTRACCIÓN	FECHA DE HORMIGONADO (1)	TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO (mm)	RESISTENCIA DE PROYECTO (MPa)	DIMENSIONES (mm)		LONGITUD ANTES DEL REFRENTADO (mm)	LONGITUD DESPUÉS DEL REFRENTADO (mm)	DIÁMETRO (mm)	PESO ANTES DEL REFRENTADO (kg)	
					Diámetro	Longitud					
1	PILAR P-9, PLANTA 2ª	No consta	20/40	-	100	200	113,0	117,5	93,5	1,781	
2	PILAR P-8, PLANTA 2ª	No consta	20/40	-	100	210	167,7	171,8	93,5	2,731	
3	PILAR P-6, PLANTA 1ª	No consta	20/40	-	100	220	177,3	180,6	93,5	2,676	
4	PILAR P-7, PLANTA 1ª	No consta	20/40	-	100	200	153,5	157,6	93,5	2,409	
5	PILAR P-5, PLANTA 1ª	No consta	20/40	-	100	250	110,0	113,8	93,5	1,734	
6	PILAR P-2, PLANTA BAJA	No consta	20/40	-	100	210	167,9	171,8	93,5	2,704	

CONSERVACIÓN		TALLADO		MEDIDAS Y PESO		REFRENTADO	
En ambiente de laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>	Realizado por INTEMAC: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Operador: M. MORÁN	Realizado por INTEMAC: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Con mortero de azufre CHRYSO Surf <input checked="" type="checkbox"/>	
En agua a 20°C ± 2°C	<input type="checkbox"/>	Disco de diamante <input checked="" type="checkbox"/> (Código: HA-335)	Balanza (Código: HA-332)	Con otro material		<input type="checkbox"/>	
Tiempo de conservación:	2 días	Otro procedimiento	Calibre (Código: HA-052)				

ENSAYO A COMPRESIÓN		PRENSA EMPLEADA: ZWICK/ROELL - CLASE 1								OPERADOR: Santiago de la Cruz Jiménez	
Fecha de entrada: 2009/05/08		ESCALA: 1000 kN ; (Código: HA-022)								Revisado: Germán González Isabel	
Fecha de ensayo: 2009/05/11		Incertidumbre: ≤ 1% Fuerza leída									
DESIGNACIÓN DE LAS PROBETAS	EDAD DE ENSAYO (Días)	ESBELTEZ DE LA PROBETA	DENSIDAD (kg/dm³)	CARGA DE ROTURA (kN)	FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ (2)	TENSIÓN DE ROTURA (MPa)	FACTOR DE CORRECCIÓN ADICIONAL (3)	TENSIÓN DE ROTURA RESULTANTE (MPa)	DEFECTOS DE LA PROBETA (4)	OBSERVACIONES	
1	-	1,26	2,30	75,57	0,941	10,4	1,111	11,5	-		
2	-	1,84	2,37	66,26	0,987	9,5	1,111	10,6	-		
3	-	1,93	2,20	89,28	0,995	12,9	1,111	14,4	-		
4	-	1,69	2,29	80,44	0,975	11,4	1,111	12,7	-		
5	-	1,22	2,30	70,32	0,931	9,5	1,111	10,6	-		
6	-	1,84	2,35	119,18	0,987	17,1	1,111	19,0	-		

- NOTAS: (1) Dato facilitado por el Peticionario.  
 (2) De acuerdo con la Instrucción M.2.04.03. Ed. 3 del Manual de Instrucciones Técnicas de INTEMAC: "Preparación, refrentado y ensayo de probetas testigo".  
 (3) De acuerdo con el Artículo 86.8 de la Instrucción EHE-08 y con "Resistencia característica y control de calidad (MOP 1972)".  
 (4) Código de defectos:  
 A = Árido grueso segregado junto a la superficie.      B = Coqueiras.      C = Cambio de color en el interior.  
 D = Zonas descantilladas.      E = Armaduras.      F = Fisuras previas al ensayo.

F.1-M.1.04.02.- Ed: 8 (1/1)

El presente formato se encuentra protegido por Copyright y amparado por la Ley de Propiedad Intelectual. Queda prohibida su utilización y reproducción total o parcial, copia o plagio a toda persona no autorizada expresamente por INTEMAC, como actividades prohibidas o perseguibles de conformidad con la Ley



VÉASE NOTA EN CONTRAPORTADA

Peticionario : Junta de Castilla y León. Consejería de Fomento. Dir.Gral. de Viv.y Arq.	Referencia del asunto: E/LC-09031/E0 (E/LC-09161/HA)
Dirección: c/ Rigoberto Cortejo nº 14. 47014 VALLADOLID	
Obra : Universidad Laboral de Zamora ( Futuro Centro de Congresos, Ferias y Esposiciones).	
Constructor : -	

### PARTE DE EXTRACCIÓN, EXAMEN Y ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS TESTIGO DE HORMIGÓN (UNE-EN 12504-1:2001 y UNE-EN 12390-3:2003)

EXTRACCIÓN DE PROBETAS TESTIGO	Fecha de extracción: 2009-05-04 y 05		EQUIPO DE EXTRACCIÓN				RELLENO DE TALADROS				
	Realizada por INTEMAC: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Sonda: HILTI (Código: HA-012)				Realizado por INTEMAC: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
	Inspector: A. MAESO		Corona: HILTI				Con hormigón: <input type="checkbox"/>				
Ayudante: D. SIERRA		Pachómetro: PROCEQ (Código: HA-013)				Con otros productos: <input checked="" type="checkbox"/>					
DATOS TOMADOS EN OBRA							DATOS POSTERIORES				
DESIGNACIÓN DE LAS PROBETAS	ZONA DE OBRA EN LA QUE SE HA EFECTUADO LA EXTRACCIÓN	FECHA DE HORMIGONADO (1)	TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO (mm)	RESISTENCIA DE PROYECTO (MPa)	DIMENSIONES (mm)		LONGITUD ANTES DEL REFRENTADO (mm)	LONGITUD DESPUÉS DEL REFRENTADO (mm)	DIÁMETRO (mm)	PESO ANTES DEL REFRENTADO (kg)	
					Diámetro	Longitud					
7	PILAR P-3, PLANTA BAJA	No consta	20/40	-	75	200	104,4	109,0	74,2	1,000	
8	PILAR P-4, PLANTA BAJA	No consta	20/40	-	100	210	156,0	159,8	93,5	2,496	
9	PILAR P-1, PLANTA SÓTANO	No consta	20/40	-	100	210	165,6	169,0	93,5	2,677	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

CONSERVACIÓN		TALLADO		MEDIDAS Y PESO		REFRENTADO	
En ambiente de laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>	Realizado por INTEMAC: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Operador: M. MORÁN	Realizado por INTEMAC: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Con mortero de azufre CHRYSO Surf <input checked="" type="checkbox"/>	
En agua a 20°C ± 2°C	<input type="checkbox"/>	Disco de diamante <input checked="" type="checkbox"/> (Código: HA-335)	Balanza (Código: HA-332)	Con otro material		<input type="checkbox"/>	
Tiempo de conservación:	2 días	Otro procedimiento	<input type="checkbox"/>	Calibre (Código: HA-052)			

ENSAYO A COMPRESIÓN	Fecha de entrada: 2009/05/08		PRENSA EMPLEADA: ZWICK/ROELL - CLASE 1							Operador: Santiago de la Cruz Jiménez	
	Fecha de ensayo: 2009/05/11		ESCALA: 1000 kN; (Código: HA-022)				Incertidumbre: ≤ 1% Fuerza leída			Revisado: Germán González Isabel	
	DESIGNACIÓN DE LAS PROBETAS	EDAD DE ENSAYO (Días)	ESBELTEZ DE LA PROBETA	DENSIDAD (kg/m³)	CARGA DE ROTURA (kN)	FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ (2)	TENSIÓN DE ROTURA (MPa)	FACTOR DE CORRECCIÓN ADICIONAL (3)	TENSIÓN DE ROTURA RESULTANTE (MPa)	DEFECTOS DE LA PROBETA (4)	OBSERVACIONES
7	-	1,47	2,22	92,74	0,958	20,5	1,111	22,8	-		
8	-	1,71	2,33	57,64	0,977	8,2	1,111	9,1	-		
9	-	1,81	2,35	196,63	0,985	28,2	1,111	31,3	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

- NOTAS: (1) Dato facilitado por el Peticionario.  
 (2) De acuerdo con la Instrucción M.2.04.03. Ed. 3 del Manual de Instrucciones Técnicas de INTEMAC: "Preparación, refrentado y ensayo de probetas testigo".  
 (3) De acuerdo con el Artículo 86.8 de la Instrucción EHE-08 y con "Resistencia característica y control de calidad (MOP 1972)".  
 (4) Código de defectos:  
 A = Árido grueso segregado junto a la superficie. B = Coqueas. C = Cambio de color en el interior.  
 D = Zonas descantilladas. E = Armaduras. F = Fisuras previas al ensayo.

F.1-M.1.04.02.- Ed: 8 (1/1)

El presente formato se encuentra protegido por Copyright y amparado por la Ley de Propiedad Intelectual. Queda prohibida su utilización y reproducción, total o parcial, copia o plagio a toda persona no autorizada expresamente por INTEMAC, como actividades prohibidas o perseguibles de conformidad con la Ley



VÉASE NOTA EN CONTRAPORTADA



METRE UT SCIAS

**LABORATORIO**

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

DOCUMENTO: E/LC-09031/EO

FECHA: 2009-06-04

HOJA Nº 1 DE 4

**ANEJO Nº 2**

**RECONOCIMIENTO ESCLEROMÉTRICO. REGISTRO DE LECTURAS.**

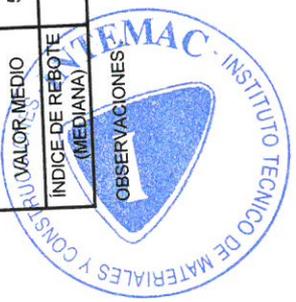


VÉASE NOTA EN CONTRAPORTADA

PETICIONARIO : JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. Consejería de Fomento. Dirección General de Vivienda y Arquitectura	FECHA DE ENSAYO : 04.05.2009
OBRA : Universidad Laboral de Zamora ( Futuro Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones ).	OPERADOR : Antonio Maeso
ZONA DE OBRA ESTUDIADA : Pilares del edificio del Salón de Actos	REVISADO : José Juan Rozas

<b>SONDEO ESCLEROMÉTRICO. REGISTRO DE LECTURAS (UNE EN 12504-2)</b>	
DIRECCIÓN DEL ENSAYO	
<input checked="" type="checkbox"/> Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical, hacia abajo <input type="checkbox"/> Vertical, hacia arriba	
Nº Fabricante: 68839	YUNQUE DE TARADO. Código equipo: EO - 009
Código equipo: EO - 006	Índice de Rebote Inicial: 82
	Índice de Rebote Final: 82

PLANTA	PLANTA BAJA																								
	SOTANO				P2				P3				P4				S3								
	P1		S1		P2		P3		P4		S3		P1		S1		P2		P3		P4		S3		
ÁREA DE ENSAYO	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	
Lectura 1	50	52	52	48	49	49	-	52	-	44	42	40	36	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 2	52	50	54	46	52	52	-	50	-	40	44	40	34	38	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 3	52	50	50	50	48	50	-	54	-	46	42	40	34	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 4	54	52	50	50	46	52	-	50	-	46	44	40	36	36	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 5	52	50	50	50	50	53	-	50	-	44	44	40	32	34	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 6	54	52	50	48	50	50	-	52	-	45	46	42	34	38	42	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 7	54	50	52	48	52	52	-	48	-	45	44	40	36	38	42	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 8	50	50	50	46	50	54	-	50	-	46	46	42	36	35	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 9	51	54	52	47	50	52	-	50	-	44	44	40	33	35	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Lectura 10	50	52	54	50	51	52	-	48	-	44	46	40	32	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
INDICE DE REBOTE (MEDIANA)	51,9	51,2	51,4	48,3	49,8	51,6	-	50,4	-	44,4	44,2	40,6	34,3	36,6	40,4	40,8	40,2	40,4	40,4	40,8	40,2	40,4	40,4	40,4	40,4
VALOR MEDIO (MEDIANA)	52	51	51	48	50	52	-	50	-	45	44	40	34	37	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40





METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES **LABORATORIO**

DOCUMENTO : E/LC-09031/EO

FECHA : 29.05.2009

HOJA Nº 3 DE 4

PETICIONARIO : JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. Consejería de Fomento. Dirección General de Vivienda y Arquitectura		FECHA DE ENSAYO : 04.05.2009
OBRA : Universidad Laboral de Zamora ( Futuro Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones).		OPERADOR : Antonio Maeso
ZONA DE OBRA ESTUDIADA : Pilares del edificio del Salón de Actos		REVISADO : José Juan Rozas

**SONDEO ESCLEROMÉTRICO. REGISTRO DE LECTURAS (UNE EN 12504-2)**

DIRECCIÓN DEL ENSAYO		TARADO
Horizontal <input checked="" type="checkbox"/>	Nº Fabricante: 68839	YUNQUE DE TARADO. Código equipo: EO - 009
Vertical, hacia abajo <input type="checkbox"/>	Código equipo: EO - 006	Índice de Rebote Inicial: 82
Vertical, hacia arriba <input type="checkbox"/>		Índice de Rebote Final: 82

PLANTA	PLANTA 1ª																		
	Pª Baja			Pª Intermedia			P5			P6			P7			S5			
	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	
Lectura 1	40	40	40	40	36	40	38	40	42	40	46	40	40	46	40	46	50	54	50
Lectura 2	40	40	40	40	36	44	38	38	40	44	44	42	42	44	42	48	50	56	52
Lectura 3	40	42	38	38	39	42	38	38	40	42	46	40	40	46	42	48	52	52	54
Lectura 4	38	40	40	38	40	44	40	40	46	42	44	42	40	44	42	42	48	50	54
Lectura 5	38	38	40	36	40	40	38	40	46	40	46	40	40	46	40	46	50	50	50
Lectura 6	40	40	40	36	38	40	40	38	46	40	46	40	40	46	42	46	50	50	52
Lectura 7	44	38	44	36	39	38	38	38	40	42	44	42	40	44	42	44	50	52	54
Lectura 8	42	42	42	40	38	40	38	40	40	46	41	45	40	45	40	44	50	52	54
Lectura 9	44	40	40	40	40	38	38	40	44	40	45	42	40	46	46	46	54	50	50
Lectura 10	42	42	40	40	38	40	40	42	44	42	46	40	40	46	40	44	50	50	50
VALOR MEDIO	40,8	40,2	40,4	38,4	38,4	40,6	38,6	39,8	42,8	42,4	40,5	45,2	41,2	49,4	45,4	51,8	52,2	52,2	52,2
INDICE DE REBOTE (MEDIANA)	40	40	40	39	39	40	38	40	43	42	40	46	42	46	46	51	51	52	52





METRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO

DOCUMENTO : E/LC-09031/EO

FECHA : 29.05.2009

HOJA Nº 4 DE 4

PETICIONARIO : JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. Consejería de Fomento. Dirección General de Vivienda y Arquitectura		FECHA DE ENSAYO : 04.05.2009
OBRA : Universidad Laboral de Zamora ( Futuro Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones).		OPERADOR : Antonio Maeso
ZONA DE OBRA ESTUDIADA : Pilares del edificio del Salón de Actos		REVISADO : José Juan Rozas

### SONDEO ESCLEROMÉTRICO. REGISTRO DE LECTURAS (UNE EN 12504-2)

APARATO DE MEDIDA : Esclerómetro "Schmidt" Tipo "N"	Nº Fabricante: 68839 Código equipo: EO - 006	DIRECCIÓN DEL ENSAYO		TARADO
		Horizontal <input checked="" type="checkbox"/>	Vertical, hacia abajo <input type="checkbox"/>	YUNQUE DE TARADO. Código equipo: EO - 009 Índice de Rebote Inicial: 82 Índice de Rebote Final: 82

PLANTA	P <sup>o</sup> 2 <sup>o</sup>			P <sup>o</sup> 8			P <sup>o</sup> 9			S6			-	-	-	-	-	-
	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior	Superior	Central	Inferior						
Lectura 1	42	42	46	40	42	46	48	46	48	48	46	48	-	-	-	-	-	-
Lectura 2	42	44	48	40	44	42	48	42	48	48	48	48	-	-	-	-	-	-
Lectura 3	42	42	46	46	44	44	46	44	46	44	46	48	-	-	-	-	-	-
Lectura 4	40	42	44	44	46	46	48	46	48	46	46	46	-	-	-	-	-	-
Lectura 5	40	40	44	42	42	46	48	46	48	48	48	48	-	-	-	-	-	-
Lectura 6	43	41	42	40	44	46	46	44	48	48	48	48	-	-	-	-	-	-
Lectura 7	42	44	42	40	44	44	46	44	46	46	46	44	-	-	-	-	-	-
Lectura 8	44	44	40	44	45	42	48	42	48	47	47	46	-	-	-	-	-	-
Lectura 9	42	42	44	44	45	42	47	44	48	44	44	48	-	-	-	-	-	-
Lectura 10	44	42	40	42	44	46	47	45	48	45	45	48	-	-	-	-	-	-
VALOR MEDIO	42,1	42,3	43,6	42,4	44,0	44,4	47,2	46,2	47,2	46,2	47,2	47,2	-	-	-	-	-	-
ÍNDICE DE REBOTE (MEDIANA)	42	42	44	42	44	45	48	46	48	46	48	48	-	-	-	-	-	-





METIRE UT SCIAS

**LABORATORIO**

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

DOCUMENTO: E/LC-09031/EO

FECHA: 2009-06-04

HOJA Nº 1 DE 3

**ANEJO Nº 3**

**RECONOCIMIENTO ULTRASÓNICO. REGISTRO DE LECTURAS.**





METIRE UT SCIAS

LABORATORIO

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

DOCUMENTO: E/LC-09031/EO

FECHA: 2009-06-04

HOJA Nº 2 DE 3

PETICIONARIO : JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. Consejería de Fomento. Dirección General de Vivienda y Arquitectura		
OBRA : Universidad Laboral de Zamora (Futuro Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones)		
ZONA DE OBRA ESTUDIADA : Pilares del edificio del Salón de Actos		
FECHA DE ENSAYO : 4.05.2009	OPERADOR: Antonio Maeso Alcolea	REVISADO: José Juan Rozas Hernando

### SONDEO ULTRASÓNICO. REGISTRO DE LECTURAS. ( UNE EN 12504-4 )

ZONA DE ENSAYO		PUNTO	DISTANCIA (mm)	TIEMPO DE PROPAGACIÓN		VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN (km / s)	OBSERVACIONES	
PLANTA	PILAR			LECTURAS (µs)				VALOR MEDIO (µs)
			L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>				
APARATO DE MEDIDA: STEINKAMP BP - 5		Código de equipo : EO-108		MEDIDAS DE CALIBRACIÓN		POSICIÓN DE PALPADORES		
CARACTERÍSTICAS DE LOS PALPADORES		Frecuencia propia: 45 kHz		Patrón: 10.0 ms		Directa <input checked="" type="checkbox"/>		
Diámetro: 29,9 mm		Lectura : 10.0 ms				Semidirecta <input type="checkbox"/>		
						Indirecta <input type="checkbox"/>		
MEDIDA DE LA LONGITUD DE LA TRAYECTORIA: Cinta métrica con apreciación 1.0 mm.								
PLANTA SÓTANO	P-1	Superior	410	90,7	90,1	90,4	4,54	
		Central	410	93,5	93,5	93,5	4,39	
		Inferior	410	89,7	89,8	89,8	4,57	
	S-1	Superior	250	60,1	60,0	60,1	4,16	
		Central	250	58,7	58,6	58,7	4,26	
		Inferior	250	55,9	55,7	55,8	4,48	
PLANTA BAJA	P-2	Superior	-	-	-	-	-	NO DESCUBIERTO
		Central	400	100,1	100,3	100,2	3,99	
		Inferior	-	-	-	-	-	NO DESCUBIERTO
	P-3	Superior	340	91,0	91,0	91,0	3,74	
		Central	340	81,3	81,7	81,5	4,17	
		Inferior	340	84,0	84,1	84,1	4,05	
	P-4	Superior	400	-	-	-	-	NO DESCUBIERTO
		Central	400	122,1	122,7	122,4	3,27	
		Inferior	400	127,4	127,8	127,6	3,13	
	S-3	Superior	200	62,7	62,0	62,4	3,21	
		Central	200	61,6	61,5	61,6	3,25	
		Inferior	200	60,9	60,8	60,9	3,29	
S-4	Superior	410	105,8	105,6	105,7	3,88		
	Central	410	106,2	106,1	106,2	3,86		
	Inferior	410	105,6	105,1	105,4	3,89		
PLANTA INTERMEDIA	S-2	Superior	200	57,8	57,9	57,9	3,46	
		Central	200	57,9	57,9	57,9	3,45	
		Inferior	200	55,1	55,2	55,2	3,63	

4.34.05

NOTAS:



PETICIONARIO : JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. Consejería de Fomento. Dirección General de Vivienda y Arquitectura		
OBRA : Universidad Laboral de Zamora (Futuro Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones)		
ZONA DE OBRA ESTUDIADA : Pilares del edificio del Salón de Actos		
FECHA DE ENSAYO : 4.05.2009	OPERADOR: Antonio Maeso Alcolea	REVISADO: José Juan Rozas Hernando

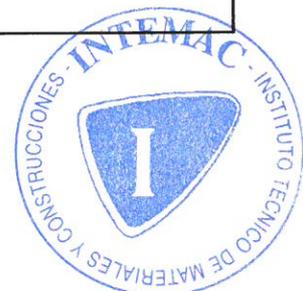
**SONDEO ULTRASÓNICO. REGISTRO DE LECTURAS. ( UNE EN 12504-4 )**

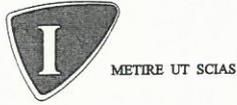
APARATO DE MEDIDA: STEINKAMP BP - 5	Código de equipo : EO-108	POSICIÓN DE PALPADORES
CARACTERÍSTICAS DE LOS PALPADORES	MEDIDAS DE CALIBRACIÓN	Directa <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Frecuencia propia: 45 kHz	Patrón: 10.0 ms	Semidirecta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Diámetro: 29,9 mm	Lectura : 10.0 ms	Indirecta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MEDIDA DE LA LONGITUD DE LA TRAYECTORIA: Cinta métrica con apreciación 1.0 mm.		

ZONA DE ENSAYO		PUNTO	DISTANCIA (mm)	TIEMPO DE PROPAGACIÓN			VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN (km / s)	OBSERVACIONES
PLANTA	PILAR			LECTURAS (µs)		VALOR MEDIO (µs)		
				L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>			
PLANTA 1ª	P-5	Superior	480	128,7	128,6	128,7	3,73	
		Central	480	139,8	139,7	139,8	3,43	
		Inferior	480	140,0	140,1	140,1	3,43	
	P-6	Superior	310	92,8	92,8	92,8	3,34	
		Central	310	87,2	87,3	87,3	3,55	
		Inferior	310	79,7	80,2	80,0	3,88	
	P-7	Superior	310	85,8	85,7	85,8	3,62	
		Central	310	82,0	82,1	82,1	3,78	
		Inferior	310	78,3	77,7	78,0	3,97	
	S-5	Superior	350	-	-	-	-	NO DESCUBIERTO
		Central	350	87,0	87,1	87,1	4,02	
		Inferior	350	84,1	83,9	84,0	4,17	
PLANTA 2ª	P-8	Superior	400	118,1	118,3	118,2	3,38	
		Central	400	121,9	122,0	122,0	3,28	
		Inferior	400	109,5	109,7	109,6	3,65	
	P-9	Superior	400	110,9	111,3	111,1	3,60	
		Central	400	110,8	110,7	110,8	3,61	
		Inferior	400	101,1	101,4	101,3	3,95	
	S-6	Superior	270	64,6	64,7	64,7	4,18	
		Central	270	62,8	63,1	63,0	4,29	
		Inferior	270	66,6	66,1	66,4	4,07	
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	-		

4.34.05

NOTAS:





**ANEJO Nº 4  
LABORATORIO DE ENSAYO.**



### LABORATORIO DE ENSAYO

Los ensayos a que se refiere el presente informe han sido realizados por el Laboratorio Central de INTEMAC, situado en Torrejón de Ardoz, Madrid, c/ Bronce nº 26 y 28 (CP. 28850).

El Laboratorio está acreditado por la Comunidad de Madrid, según Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre (BOE de 18 de Octubre), con los números de registro y áreas técnicas siguientes:

Nº DE REGISTRO	FECHA DE CONCESIÓN DE LA ACREDITACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ACREDITACIÓN
03254 EHA 08	2008.05.30	Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero, ensayos básicos y complementarios 1º, 4º y 5º.
03255 GTL 08	2008.05.30	Ensayos de laboratorio de geotecnia, ensayos básicos y complementarios 1º, 2º y 3º.
03256 GTC 08	2008.05.30	Sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos.
03257 VSG 08	2008.05.30	Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales, ensayos básicos y complementarios 1º y 2º.
03258 EAP 08	2008.05.30	Control de perfiles de acero para estructuras, ensayos básicos y complementarios.
03259 EAS 08	2008.05.30	Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero, ensayos básicos y complementarios.
03260 AFC 08	2008.05.30	Control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas.
03261 AFH 08	2008.05.30	Control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón.
03262 ACC 08	2008.05.30	Control de los materiales de cubiertas de piezas cerámicas.
03263 ACH 08	2008.05.30	Control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón.
03264 APC 08	2008.05.30	Control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas.
03265 APH 08	2008.05.30	Control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón.
03266 AMC 08	2008.05.30	Control de morteros para albañilería

El Laboratorio dispone también de otras homologaciones, acreditaciones o reconocimientos de distintos organismos, en áreas específicas de su campo de actuación, que pueden ponerse de manifiesto a solicitud del Peticionario.





METIRE UT SCIAS

**LABORATORIO**

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

DOCUMENTO: E/LC-090790/QV (EX/OC-09032/E)

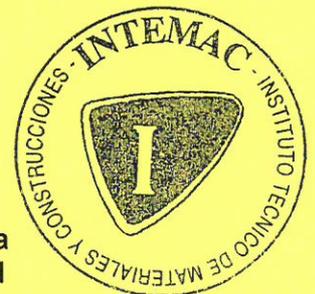
FECHA: 2009-06-17

HOJA Nº 1 DE 11

ANEJO Nº 5:

INFORME DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS  
EFECTUADOS SOBRE CUATRO MUESTRAS DE  
HORMIGÓN ENDURECIDO EXTRAÍDAS EN  
PILARES DE LA ESTRUCTURA DEL SALÓN DE  
ACTOS DE LA ANTIGUA UNIVERSIDAD  
LABORAL DE ZAMORA

Peticionario: **JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN**  
Consejería de Fomento  
Dirección General de Vivienda y Arquitectura  
C/ Rigoberto Cortejoso, 14. 47014 Valladolid



VÉASE NOTA EN CONTRAPORTADA

**INDICE**

1.	ANTECEDENTES .....	3
2.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.....	4
2.1.	POROSIDAD ACCESIBLE AL AGUA, ABSORCION DE AGUA Y DENSIDAD APARENTE .....	4
2.2.	COMPOSICION PONDERAL Y VOLUMETRICA DEL HORMIGON	6
3.	RESUMEN DE RESULTADOS .....	11



## 1. ANTECEDENTES

A solicitud de la Dirección General de la Vivienda y Arquitectura de la Junta de Castilla y León, el Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) ha desarrollado un plan de actuación para el estudio de los pilares de la estructura de hormigón del edificio que alberga el salón de actos de la antigua Universidad Laboral de Zamora, que se va a rehabilitar como parte del "Centro de Congresos, Ferias y Exposiciones de Zamora".

En cumplimiento de las actividades previstas en el citado plan, un equipo técnico del Instituto procedió, durante los días 4 y 5 de mayo de 2009, a la extracción de nueve probetas testigo (T-1 a T-9) mediante sonda rotativa con corona de diamante, en los pilares de la citada estructura, según consta en el documento del Instituto de referencia E/LC-09031/EO, que incluye la designación de las zonas de extracción de las probetas testigo y los resultados de otros ensayos y actividades previstas en el plan de actuación.

Las citadas muestras presentaban a su recepción en el Laboratorio Central de INTEMAC, la designación indicada seguidamente:

DENOMINACION MUESTRA	DIAMETRO (cm)	LONGITUD APROXIMADA (cm)	LOCALIZACION ZONA DE EXTRACCION
T-1	10,0	20	PILAR P-9, PLANTA 2ª
T-2	10,0	21	PILAR P-8, PLANTA 2ª
T-3	10,0	22	PILAR P-6, PLANTA 1ª
T-4	10,0	20	PILAR P-7, PLANTA 1ª
T-5	10,0	25	PILAR P-5, PLANTA 1ª
T-6	10,0	21	PILAR P-2, PLANTA BAJA
T-7	7,5	20	PILAR P-3, PLANTA BAJA
T-8	10,0	21	PILAR P-4, PLANTA BAJA
T-9	10,0	21	PILAR P-1, SÓTANO 1

Sobre las muestras T-2, T-3, T-4 y T-9 se ha procedido a la realización de ensayos indicados seguidamente, de acuerdo con la solicitud efectuada por personal del Area de Rehabilitación y Patología de la Construcción de INTEMAC.

- Porosidad accesible al agua, absorción de agua y densidad aparente, según ASTM C 642-2006
- Contenido de cemento y composición ponderal y volumétrica del hormigón, según procedimiento interno M.2.04.01.Ed.1<sup>(\*)</sup>

Los ensayos a que se refiere el presente informe han sido realizados en el Laboratorio Central de INTEMAC, situado en la C/ Bronce, 26 y 28, en Torrejón de Ardoz (Madrid), en el período comprendido entre el 13 y el 26 de mayo de 2009.

## 2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras la realización de los ensayos citados en el apartado anterior. Dichos resultados se refieren únicamente a las muestras ensayadas.

### 2.1. **POROSIDAD ACCESIBLE AL AGUA, ABSORCIÓN DE AGUA Y DENSIDAD APARENTE**

Seguidamente se exponen los resultados de los ensayos de porosidad, absorción y densidad efectuados siguiendo el procedimiento operatorio descrito en la norma ASTM C 642-2006<sup>(\*\*)</sup>.

(\*) M.2.04.01.Ed.1: Manual de Instrucciones Técnicas de INTEMAC: "Determinación del contenido de cemento en hormigones endurecidos".

(\*\*) Las muestras T-2 y T-9 presentaban una proporción elevada de árido grueso con tamaño máximo superior a 50 mm, de lo cual se deduce que los resultados de absorción, porosidad y densidad pueden haber resultado alterados por esta circunstancia.



**Muestra ensayada:** Probeta testigo T-2, designada "Pilar P-8, planta 2ª"

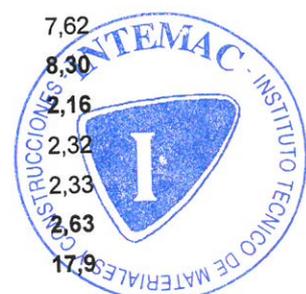
Peso de la muestra desecada a 105°C (g) .....	755,6
Peso de la muestra saturada a 20°C, superficie seca (g) .....	782,2
Peso de la muestra hervida 5 horas, superficie seca (g) .....	790,0
Peso de la muestra hervida, sumergida en agua (g).....	467,8
Absorción después de inmersión a 20°C (%) .....	3,52
<b>Absorción después de inmersión tras ebullición (%) .....</b>	<b>4,55</b>
<b>Peso unitario, seco (g/cm<sup>3</sup>) .....</b>	<b>2,35</b>
Peso unitario, tras inmersión (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,43
Peso unitario, tras inmersión y ebullición (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,45
<b>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>) .....</b>	<b>2,63</b>
<b>Porosidad accesible al agua (%) .....</b>	<b>10,7</b>

**Muestra ensayada:** Probeta testigo T-3, designada "Pilar P-6, planta 1ª"

Peso de la muestra desecada a 105°C (g) .....	718,8
Peso de la muestra saturada a 20°C, superficie seca (g) .....	775,1
Peso de la muestra hervida 5 horas, superficie seca (g) .....	778,3
Peso de la muestra hervida, sumergida en agua (g).....	444,3
Absorción después de inmersión a 20°C (%) .....	7,83
<b>Absorción después de inmersión tras ebullición (%) .....</b>	<b>8,28</b>
<b>Peso unitario, seco (g/cm<sup>3</sup>) .....</b>	<b>2,15</b>
Peso unitario, tras inmersión (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,32
Peso unitario, tras inmersión y ebullición (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,33
<b>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>) .....</b>	<b>2,62</b>
<b>Porosidad accesible al agua (%) .....</b>	<b>17,8</b>

**Muestra ensayada:** Probeta testigo T-4, designada "Pilar P-7, planta 1ª"

Peso de la muestra desecada a 105°C (g) .....	703,3
Peso de la muestra saturada a 20°C, superficie seca (g) .....	756,9
Peso de la muestra hervida 5 horas, superficie seca (g) .....	761,7
Peso de la muestra hervida, sumergida en agua (g).....	435,4
Absorción después de inmersión a 20°C (%) .....	7,62
<b>Absorción después de inmersión tras ebullición (%) .....</b>	<b>8,30</b>
<b>Peso unitario, seco (g/cm<sup>3</sup>) .....</b>	<b>2,16</b>
Peso unitario, tras inmersión (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,32
Peso unitario, tras inmersión y ebullición (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,33
<b>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>) .....</b>	<b>2,63</b>
<b>Porosidad accesible al agua (%) .....</b>	<b>17,9</b>



**Muestra ensayada:** Probeta testigo T-9, designada "Pilar P-1, sótano 1"

Peso de la muestra desecada a 105°C (g) .....	724,1
Peso de la muestra saturada a 20°C, superficie seca (g) .....	757,4
Peso de la muestra hervida 5 horas, superficie seca (g) .....	762,2
Peso de la muestra hervida, sumergida en agua (g).....	443,8
Absorción después de inmersión a 20°C (%) .....	4,60
<b>Absorción después de inmersión tras ebullición (%) .....</b>	<b>5,26</b>
<b>Peso unitario, seco (g/cm<sup>3</sup>) .....</b>	<b>2,27</b>
Peso unitario, tras inmersión (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,38
Peso unitario, tras inmersión y ebullición (g/cm <sup>3</sup> ) .....	2,39
<b>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>) .....</b>	<b>2,58</b>
<b>Porosidad accesible al agua (%) .....</b>	<b>12,0</b>

## 2.2. COMPOSICIÓN PONDERAL Y VOLUMETRICA DEL HORMIGON

Sobre fragmentos de las cuatro probetas testigo de hormigón endurecido recibidas se realizó la determinación de la dosificación del hormigón. Los valores obtenidos se presentan a continuación junto con los resultados medios del ensayo de porosidad y densidad correspondientes a dichas muestras.

-----

-----



<b>PETICIONARIO:</b>	Dirección General de la Vivienda y Arquitectura de la Junta de Castilla y León
<b>MUESTRA ENSAYADA:</b>	Probeta testigo T-2, designada "Pilar P-8, planta 2ª"
<b>PROCEDENCIA:</b>	Estructura de hormigón del edificio que alberga el salón de actos de antigua Universidad Laboral de Zamora

**CONTENIDO DE CEMENTO DE HORMIGONES Y MORTEROS ENDURECIDOS,  
SEGUN M.2.04.01.Ed.1**

DETERMINACIONES EFECTUADAS		VALORES OBTENIDOS
<b>HUMEDAD</b>	PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO NATURAL (g)	-
	PESO DE LA MUESTRA DESECADA A PESO CONSTANTE (g)	1.698
	HUMEDAD NATURAL RESULTANTE (%)	-
<b>SEPARACION Y HOMOGENEIZACION</b>	PESO DE LA MUESTRA DESHIDRATADA (g)	1.699
	PESO DE LA FRACCION SUPERIOR A 2,5 mm (g) <sup>(*)</sup>	1.227
	PESO DE LA FRACCION INFERIOR A 2,5 mm (g)	442
<b>PROCESO ANALITICO</b>	TIPO DE CEMENTO UTILIZADO EN LA FABRICACION DEL HORMIGON <sup>(**)</sup>	PORTLAND
	CONTENIDO SOLUBLE DE LA FRACCION INFERIOR A 2,5 mm (%)	21,0
	CONTENIDO DE SILICATOS CALCICOS EN EL CEMENTO (%)	75,0
	CONTENIDO DE CEMENTO EN LA MUESTRA DESHIDRATADA (%)	7,4
<b>POROSIDAD Y DENSIDAD</b>	PESO DE LA MUESTRA DESECADA (g)	755,6
	PESO DE LA MUESTRA SATURADA (g)	790,0
	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA (g)	467,8
<b>RESULTADOS</b>	POROSIDAD (%)	10,7
	PESO UNITARIO (kg/dm <sup>3</sup> )	2,35
	DENSIDAD APARENTE (kg/dm <sup>3</sup> )	2,63
	ABSORCION DE AGUA (%)	4,55
	CONTENIDO DE CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	170
	CONTENIDO DE ARIDOS (kg/m <sup>3</sup> )	2.135

**OBSERVACIONES:**

(\*) El árido grueso extraído del hormigón analizado presentaba un tamaño máximo superior a 50 mm, lo cual, debido a la reducida fracción de material objeto de análisis (≈ 1,5 kg), puede haber afectado a los resultados obtenidos de composición ponderal y volumétrica del hormigón.

(\*\*) Se ha supuesto que en la fabricación del hormigón hubiera sido empleado un cemento portland sin adiciones: P-350 ó P-450 (CEM I), con un contenido del 75 % de silicatos cálcicos.





METIRE UT SCIAS

**LABORATORIO****INTEMAC****INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

DOCUMENTO: E/LC-090790/QV (EX/OC-09032/E)

FECHA: 2009-06-17

HOJA Nº 8 DE 11

<b>PETICIONARIO:</b>	Dirección General de la Vivienda y Arquitectura de la Junta de Castilla y León
<b>MUESTRA ENSAYADA:</b>	Probeta testigo T-3, designada "Pilar P-6, planta 1ª"
<b>PROCEDENCIA:</b>	Estructura de hormigón del edificio que alberga el salón de actos de antigua Universidad Laboral de Zamora

### CONTENIDO DE CEMENTO DE HORMIGONES Y MORTEROS ENDURECIDOS, SEGUN M.2.04.01.Ed.1

DETERMINACIONES EFECTUADAS		VALORES OBTENIDOS
<b>HUMEDAD</b>	PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO NATURAL (g)	—
	PESO DE LA MUESTRA DESECADA A PESO CONSTANTE (g)	1.451
	HUMEDAD NATURAL RESULTANTE (%)	—
<b>SEPARACION Y HOMOGENEIZACION</b>	PESO DE LA MUESTRA DESHIDRATADA (g)	1.411
	PESO DE LA FRACCION SUPERIOR A 2,5 mm (g) <sup>(*)</sup>	849
	PESO DE LA FRACCION INFERIOR A 2,5 mm (g)	562
<b>PROCESO ANALITICO</b>	TIPO DE CEMENTO UTILIZADO EN LA FABRICACION DEL HORMIGON <sup>(**)</sup>	PORTLAND
	CONTENIDO SOLUBLE DE LA FRACCION INFERIOR A 2,5 mm (%)	18,8
	CONTENIDO DE SILICATOS CALCICOS EN EL CEMENTO (%)	75,0
	CONTENIDO DE CEMENTO EN LA MUESTRA DESHIDRATADA (%)	10,0
<b>POROSIDAD Y DENSIDAD</b>	CONTENIDO DE CEMENTO EN LA MUESTRA ANALIZADA (%)	9,7
	PESO DE LA MUESTRA DESECADA (g)	718,8
	PESO DE LA MUESTRA SATURADA (g)	778,3
<b>RESULTADOS</b>	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA (g)	444,3
	POROSIDAD (%)	17,8
	PESO UNITARIO (kg/dm <sup>3</sup> )	2,15
	DENSIDAD APARENTE (kg/dm <sup>3</sup> )	2,62
	ABSORCION DE AGUA (%)	8,28
	CONTENIDO DE CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	210
CONTENIDO DE ARIDOS (kg/m <sup>3</sup> )	1.895	

OBSERVACIONES:

(\*) El árido grueso extraído del hormigón analizado presentaba un tamaño máximo superior a 50 mm, lo cual, debido a la reducida fracción de material objeto de análisis (≈ 1,5 kg), puede haber afectado a los resultados obtenidos de composición ponderal y volumétrica del hormigón.

(\*\*) Se ha supuesto que en la fabricación del hormigón hubiera sido empleado un cemento portland sin adiciones P-350 ó P-450 (CEM I), con un contenido del 75 % de silicatos cálcicos.



VÉASE NOTA EN CONTRAPORTADA

<b>PETICIONARIO:</b>	Dirección General de la Vivienda y Arquitectura de la Junta de Castilla y León
<b>MUESTRA ENSAYADA:</b>	Probeta testigo T-4, designada "Pilar P-7, planta 1ª"
<b>PROCEDENCIA:</b>	Estructura de hormigón del edificio que alberga el salón de actos de antigua Universidad Laboral de Zamora

**CONTENIDO DE CEMENTO DE HORMIGONES Y MORTEROS ENDURECIDOS,  
SEGUN M.2.04.01.Ed.1**

DETERMINACIONES EFECTUADAS		VALORES OBTENIDOS
<b>HUMEDAD</b>	PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO NATURAL (g)	–
	PESO DE LA MUESTRA DESECADA A PESO CONSTANTE (g)	1.422
	HUMEDAD NATURAL RESULTANTE (%)	–
<b>SEPARACION Y HOMOGENEIZACION</b>	PESO DE LA MUESTRA DESHIDRATADA (g)	1.397
	PESO DE LA FRACCION SUPERIOR A 2,5 mm (g)	1.099
	PESO DE LA FRACCION INFERIOR A 2,5 mm (g)	298
<b>PROCESO ANALITICO</b>	TIPO DE CEMENTO UTILIZADO EN LA FABRICACION DEL HORMIGON <sup>(*)</sup>	PORTLAND
	CONTENIDO SOLUBLE DE LA FRACCION INFERIOR A 2,5 mm (%)	20,6
	CONTENIDO DE SILICATOS CALCICOS EN EL CEMENTO (%)	75,0
	CONTENIDO DE CEMENTO EN LA MUESTRA DESHIDRATADA (%)	5,8
<b>POROSIDAD Y DENSIDAD</b>	CONTENIDO DE CEMENTO EN LA MUESTRA ANALIZADA (%)	5,7
	PESO DE LA MUESTRA DESECADA (g)	703,3
	PESO DE LA MUESTRA SATURADA (g)	761,7
<b>RESULTADOS</b>	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA (g)	435,4
	POROSIDAD (%)	17,9
	PESO UNITARIO (kg/dm <sup>3</sup> )	2,16
	DENSIDAD APARENTE (kg/dm <sup>3</sup> )	2,63
	ABSORCION DE AGUA (%)	8,30
	CONTENIDO DE CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	125
CONTENIDO DE ARIDOS (kg/m <sup>3</sup> )	2.005	

OBSERVACIONES:

(\*) El árido grueso extraído del hormigón analizado presentaba un tamaño máximo superior a 50 mm, lo cual, debido a la reducida fracción de material objeto de análisis (≈ 1,5 kg), puede haber afectado a los resultados obtenidos de composición ponderal y volumétrica del hormigón.

(\*\*) Se ha supuesto que en la fabricación del hormigón hubiera sido empleado un cemento portland sin adiciones: P-350 ó P-450 (CEM I), con un contenido del 75 % de silicatos cálcicos.



<b>PETICIONARIO:</b>	Dirección General de la Vivienda y Arquitectura de la Junta de Castilla y León
<b>MUESTRA ENSAYADA:</b>	Probeta testigo T-9, designada "Pilar P-1, sótano 1"
<b>PROCEDENCIA:</b>	Estructura de hormigón del edificio que alberga el salón de actos de antigua Universidad Laboral de Zamora

**CONTENIDO DE CEMENTO DE HORMIGONES Y MORTEROS ENDURECIDOS,  
SEGUN M.2.04.01.Ed.1**

DETERMINACIONES EFECTUADAS		VALORES OBTENIDOS
<b>HUMEDAD</b>	PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO NATURAL (g)	-
	PESO DE LA MUESTRA DESECADA A PESO CONSTANTE (g)	1.613
	HUMEDAD NATURAL RESULTANTE (%)	-
<b>SEPARACION Y HOMOGENEIZACION</b>	PESO DE LA MUESTRA DESHIDRATADA (g)	1.578
	PESO DE LA FRACCION SUPERIOR A 2,5 mm (g)	1.071
	PESO DE LA FRACCION INFERIOR A 2,5 mm (g)	507
<b>PROCESO ANALITICO</b>	TIPO DE CEMENTO UTILIZADO EN LA FABRICACION DEL HORMIGON <sup>(*)</sup>	PORTLAND
	CONTENIDO SOLUBLE DE LA FRACCION INFERIOR A 2,5 mm (%)	21,1
	CONTENIDO DE SILICATOS CALCICOS EN EL CEMENTO (%)	75,0
	CONTENIDO DE CEMENTO EN LA MUESTRA DESHIDRATADA (%)	9,0
<b>POROSIDAD Y DENSIDAD</b>	CONTENIDO DE CEMENTO EN LA MUESTRA ANALIZADA (%)	8,8
	PESO DE LA MUESTRA DESECADA (g)	724,1
	PESO DE LA MUESTRA SATURADA (g)	762,2
<b>RESULTADOS</b>	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA (g)	443,8
	POROSIDAD (%)	12,0
	PESO UNITARIO (kg/dm <sup>3</sup> )	2,27
	DENSIDAD APARENTE (kg/dm <sup>3</sup> )	2,58
	ABSORCION DE AGUA (%)	5,26
	CONTENIDO DE CEMENTO (kg/m <sup>3</sup> )	200
CONTENIDO DE ARIDOS (kg/m <sup>3</sup> )	2.030	

**OBSERVACIONES:**

(\*) El árido grueso extraído del hormigón analizado presentaba un tamaño máximo superior a 50 mm, lo cual, debido a la reducida fracción de material objeto de análisis (≈ 1,5 kg), puede haber afectado a los resultados obtenidos de composición ponderal y volumétrica del hormigón.

(\*\*) Se ha supuesto que en la fabricación del hormigón hubiera sido empleado un cemento portland sin adiciones: P-350 ó P-450 (CEM I), con un contenido del 75 % de silicatos cálcicos.



**3. RESUMEN DE RESULTADOS**

DESIGNACIÓN MUESTRA	T-2 "Pilar P-8, planta 2ª"	T-3 "Pilar P-6, planta 1ª"	T-4 "Pilar P-7, planta 1ª"	T-9 "Pilar P-1, sótano 1"
Porosidad accesible al agua (%) .....	10,7 <sup>(*)</sup>	17,8	17,9	12,0 <sup>(*)</sup>
Absorción de agua (%) .....	4,55 <sup>(*)</sup>	8,28	8,30	5,26 <sup>(*)</sup>
Peso unitario (kg/dm <sup>3</sup> ) .....	2,35 <sup>(*)</sup>	2,15	2,16	2,27 <sup>(*)</sup>
Densidad aparente (kg/dm <sup>3</sup> ) .....	2,63	2,62	2,63	2,58
Contenido de cemento (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(**)</sup> .....	170	210	125	200

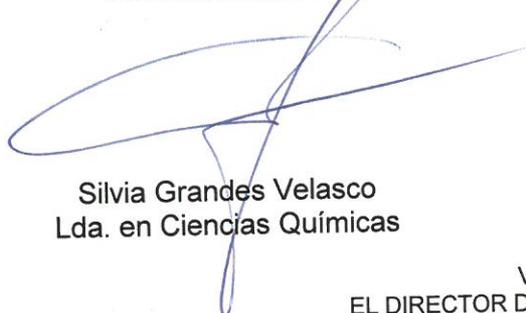
(\*) Los fragmentos analizados de las muestras T-2 y T-9 presentaban una proporción elevada de árido grueso con tamaño máximo superior a 50 mm, de lo cual se deduce que los resultados de absorción, porosidad y peso unitario puedan haber resultado alterados por esta circunstancia.

(\*\*) Se ha supuesto que en la fabricación del hormigón hubiera sido empleado un cemento portland sin adiciones: tipo P-350 o P-450 (CEM I actual), con un contenido del 75 % de silicatos cálcicos. El árido grueso extraído de las cuatro muestras analizadas presentaba un tamaño máximo superior a 50 mm, lo cual puede afectar a la representatividad de los resultados de composición volumétrica (del hormigón analizado respecto al del elemento muestreado), debido a la reducida fracción ponderal del material objeto de análisis (≈ 1,5 kg).

Este informe consta de 11 páginas numeradas y selladas.

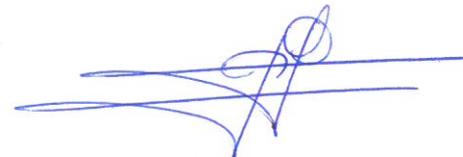
Torrejón de Ardoz (Madrid), 17 de Junio de 2009.

EL JEFE DE LA SECCION DE  
ENSAYOS QUIMICOS



Silvia Grandes Velasco  
Lda. en Ciencias Químicas

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA  
Y TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES



Pedro López Sánchez  
Ldo. en Ciencias Químicas

VºBº  
EL DIRECTOR DEL LABORATORIO  
CENTRAL



Jaime A. Fernández Gómez  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-06-06

HOJA N° 1 DE 35

**ANEJO N° 6: COMPROBACIONES DE CÁLCULO**

ÍNDICE

	<u>Pág. n°</u>
1. HIPÓTESIS ADOPTADAS .....	3
1.1. SOBRE LA GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA OBJETO DE ESTUDIO .....	3
1.2. SOBRE LAS ACCIONES Y SUS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD .....	4
1.3. SOBRE LOS MATERIALES Y SUS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD .....	5
2. METODOLOGÍA EMPLEADA Y RESULTADOS OBTENIDOS .....	7
2.1. LOCALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS MUESTREADOS .....	8
2.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE CÁLCULO REALIZADAS SOBRE LOS FORJADOS, VIGAS Y LOSAS.....	13
2.3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE CÁLCULO REALIZADAS SOBRE LAS BÓVEDAS.....	27
2.4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE CÁLCULO REALIZADAS SOBRE LAS CERCHAS DE PLANTA SEGUNDA .....	28
2.5. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE SEGURIDAD EN LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA .....	31
2.6. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE SEGURIDAD EN LOS SOPORTES DE PIEDRA .....	35

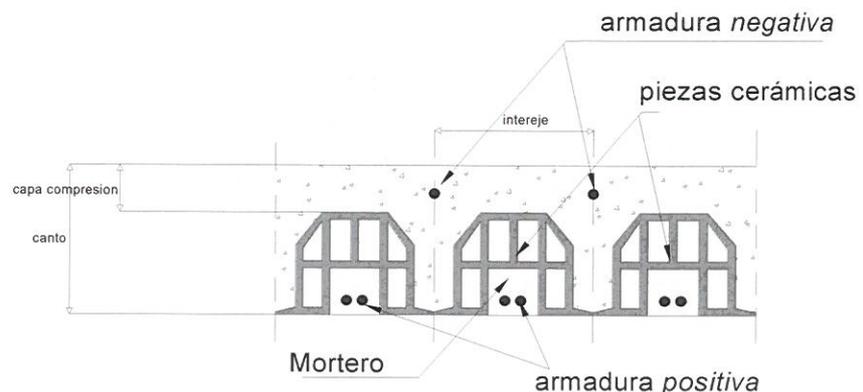
## 1. HIPÓTESIS ADOPTADAS

### 1.1. SOBRE LA GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA OBJETO DE ESTUDIO

La estructura del edificio en estudio sito en la Avenida Príncipe de Asturias n° 53 de Zamora está constituida en general por forjados unidireccionales y losas de hormigón armado que apoyan en pórticos del mismo material, así como sobre muros portantes de mampostería ordinaria de cal y canto y en ocasiones sobre soportes de piedra. Cabe señalar que en algunas zonas existen también bóvedas de rasillas cerámicas como parte de la estructura horizontal del inmueble.

La estructura de cubierta del Salón de Actos está constituida aparentemente por bóvedas de rasillas cerámicas que descansan sobre una estructura nervada de arcos de fábrica de ladrillo cerámico. Dichos arcos apoyan sobre soportes de hormigón armado de la estructura del edificio y sobre unas cerchas de hormigón armado existentes en la planta segunda del cuerpo principal del inmueble.

Algunos de los forjados unidireccionales del inmueble son de tipología *singular*, aunque relativamente frecuentes en la época de construcción del inmueble, de tipo unidireccional formados por viguetas prefabricadas de hormigón armado que emplean como encofrado perdido piezas cerámicas las cuales finalmente cumplen una misión resistente (véase la figura n° 1).



Croquis de la sección tipo de forjado unidireccional con piezas cerámicas

Figura n° 1

El resto de los forjados muestreados en el Plan de Calas son forjados unidireccionales de hormigón *in situ*.

En el anejo nº 3 del Informe se describen con detalle las características (geometría, esquemas de armado, etc.) de la estructura.

## 1.2. SOBRE LAS ACCIONES Y SUS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

Hemos considerado las siguientes acciones en las comprobaciones de cálculo realizadas:

- Peso propio del forjado <i>singular</i> (canto 150 mm).....	3,00 kN/m <sup>2</sup>
- Peso propio del forjado de hormigón <i>in situ</i> (canto 150 mm).....	2,00 kN/m <sup>2</sup>
- Peso propio del forjado de voladizo de palcos (canto 340 mm) .....	6,48 kN/m <sup>2</sup>
- Peso propio del forjado de palcos (canto 340 mm).....	8,16 kN/m <sup>2</sup>
- Peso propio de la losa del escenario.....	6,00 kN/m <sup>2</sup>
- Peso propio de la losa de la grada principal .....	4,32 kN/m <sup>2</sup>
- Cargas muertas forjado de sótano .....	2,00 kN/m <sup>2</sup>
- Cargas muertas resto del inmueble.....	1,00 kN/m <sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso.....	5,00 kN/m <sup>2</sup>

Para la evaluación de peso propio de la mampostería hemos considerado una densidad específica de 25 kN/m<sup>3</sup>.

Además, hemos considerado un peso de los cerramientos de palcos de 2,00 kN/ml.

Estas acciones han sido obtenidas a partir de las observaciones efectuadas en la apertura de calas y de acuerdo con la normativa vigente (*Código Técnico de la Edificación*). Las sobrecargas de uso utilizadas en los cálculos nos fueron transmitidas por el equipo de redacción del Proyecto de Rehabilitación del inmueble, a través de D. Luis Pahisa.

En la comprobación de los elementos de hormigón hemos adoptado, en su caso, como coeficientes parciales de seguridad para mayoración de cargas, para cargas permanentes  $\gamma_G = 1,50$  y para las sobrecargas  $\gamma_Q = 1,60$ .

En los muros del inmueble hemos adoptado como coeficientes parciales de seguridad para mayoración de cargas, para cargas permanentes  $\gamma_G = 1,35$  y para las sobrecargas  $\gamma_Q = 1,50$ .

### 1.3. SOBRE LOS MATERIALES Y SUS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD

#### - **Acero en armaduras:**

De acuerdo con lo observado en las calas realizadas el valor de la resistencia del armado viene recogido en la tabla n° 1 siguiente:

**TABLA N° 1**  
**VALORES DE LA RESISTENCIA DEL ACERO EN ARMADURAS**

TIPO DE ACERO DE ARMADO	
Acero liso (diámetros finos menores de $\phi 10$ )	260 MPa
Acero liso (diámetros finos mayores de $\phi 10$ )	240 MPa

Como coeficiente parcial de seguridad adoptamos:

$$\gamma_s = 1,15$$

#### - **Fábricas de mampostería y ladrillo**

En el caso de los muros de mampostería ordinaria tomada con mortero, los valores de la resistencia a compresión de cálculo los hemos interpolado considerando mampostería con mortero tipo M-5 y mortero tipo M-40 para una clase de piedra tipo arenisca caliza blanda.



Para las comprobaciones que hemos realizado adoptamos, con carácter conservador, una resistencia característica de la mampostería de  $f_k = 1,75 \text{ N/mm}^2$ . Como coeficiente parcial de seguridad de las fábricas hemos adoptado  $\gamma_m = 2,5$ .

En el caso de las bóvedas de rasilla cerámica, hemos estimado la resistencia de cálculo de acuerdo con las indicaciones del *Anejo C* del *Código Técnico de la Edificación*, asignando con carácter conservador un valor de  $1 \text{ N/mm}^2$ .

- **Hormigón:**

Los resultados obtenidos en el estudio de la calidad del hormigón de los pilares del edificio ponen de manifiesto valores anormalmente bajos en la resistencia del hormigón así como una elevadísima dispersión de resultados, incluso a lo largo de la altura de un mismo tramo de pilar. Este hecho penaliza notablemente la determinación por métodos estadísticos de la resistencia estimada ( $f_{est}$ ) para el total de la población, cuyo valor es de 4,6 MPa. Por lo tanto, resulta en opinión del Instituto, necesario proceder al refuerzo de la estructura portante del inmueble en estudio, por lo que huelga comprobación alguna sobre los soportes de hormigón armado del inmueble.

Cabe señalar que en las comprobaciones realizadas en los distintos elementos de la estructura horizontal hemos considerado una resistencia del hormigón de 10 MPa, valor en nuestra opinión suficientemente representativo de los elementos que la conforman<sup>1</sup>.

Como coeficiente parcial de seguridad adoptamos  $\gamma_c = 1,50$ .

---

<sup>1</sup> En la inspección de las calas en la estructura horizontal se observa un hormigón de diferente calidad al observado en la estructura portante del inmueble, fundamentalmente por el tamaño de árido dispuesto. Además, en las comprobaciones realizadas sobre la estructura horizontal resulta suficientemente representativo al valor adoptado de 10 MPa dada la menor repercusión que tiene en dichas comprobaciones (flexión y corte) la resistencia del hormigón, frente a la comprobación de elementos portantes.

## **2. METODOLOGÍA EMPLEADA Y RESULTADOS OBTENIDOS**

De acuerdo con los datos recogidos en la inspección de calas realizada, hemos realizado comprobaciones de seguridad sobre la estructura horizontal y vertical del edificio, según las hipótesis referidas en el apartado *I* sobre los materiales y las acciones. A continuación exponemos las comprobaciones realizadas para cada uno de los elementos.

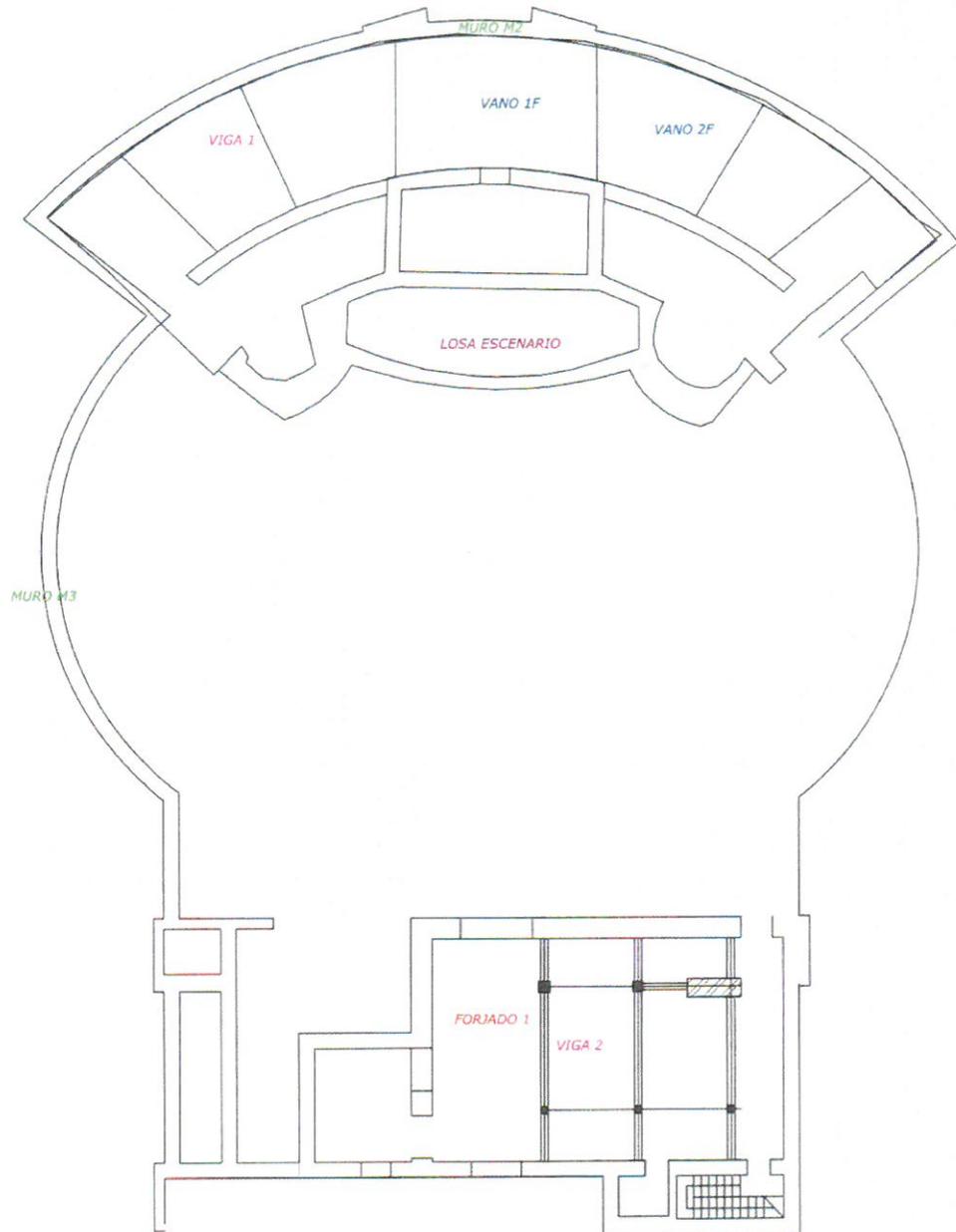
=====

=====

=====



2.1. LOCALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS MUESTREADADOS



**TEATRO Pa SOT -1**



METIRE UT SCIAS

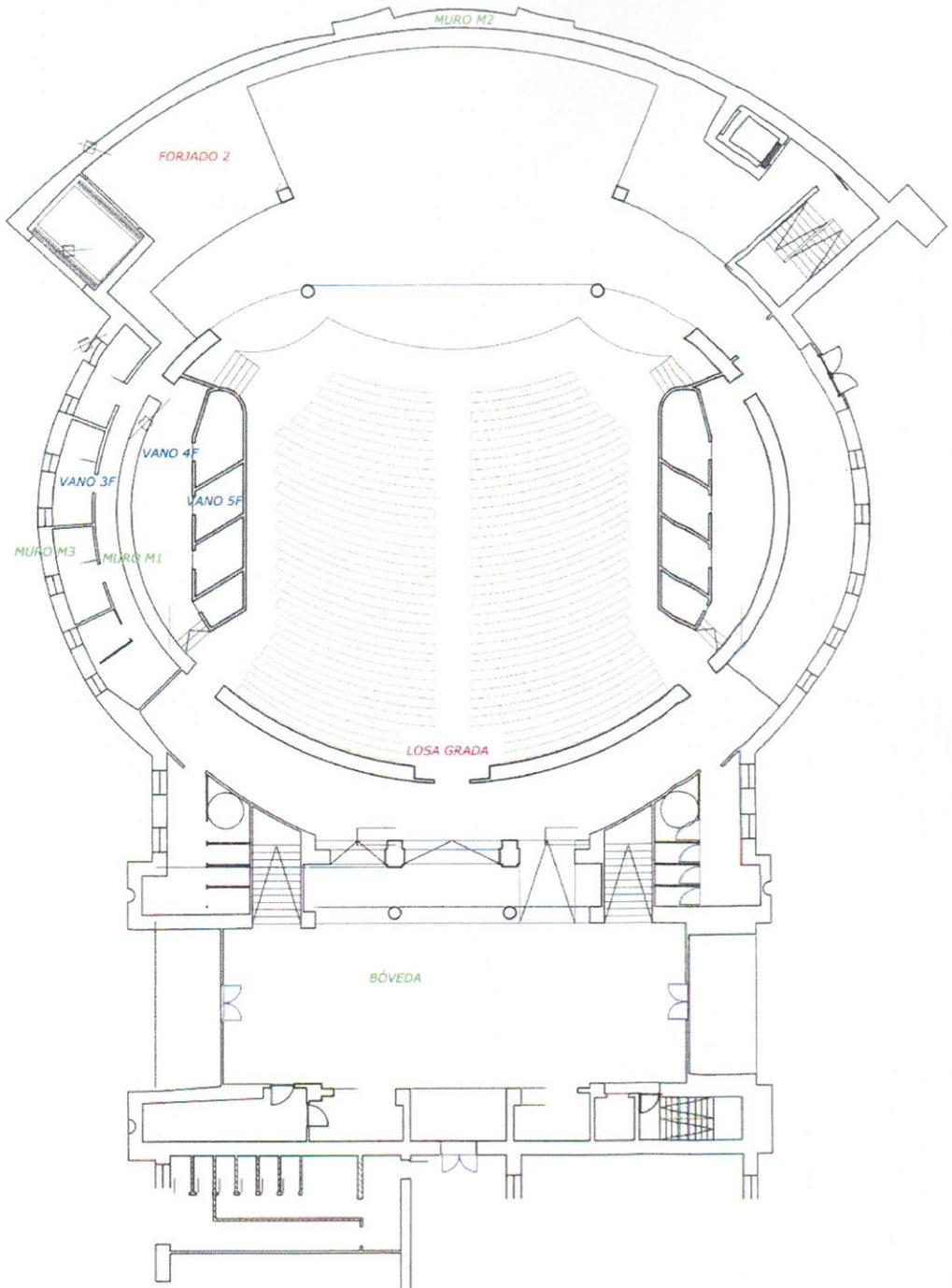
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-06-06

HOJA Nº 9 DE 35



**TEATRO PaBa**



METIRE UT SCIAS

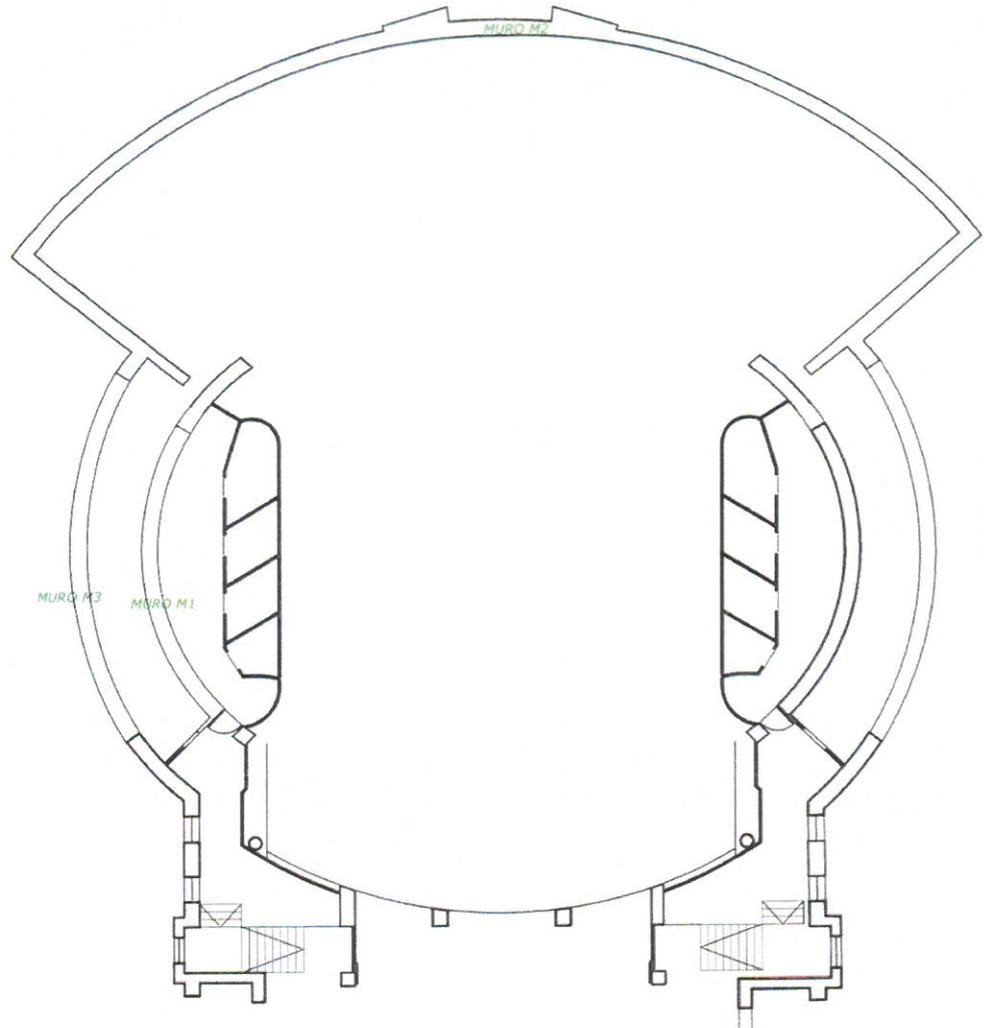
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-06-06

HOJA N° 10 DE 35



**TEATRO Pa INTERMEDIA**



METIRE UT SCIAS

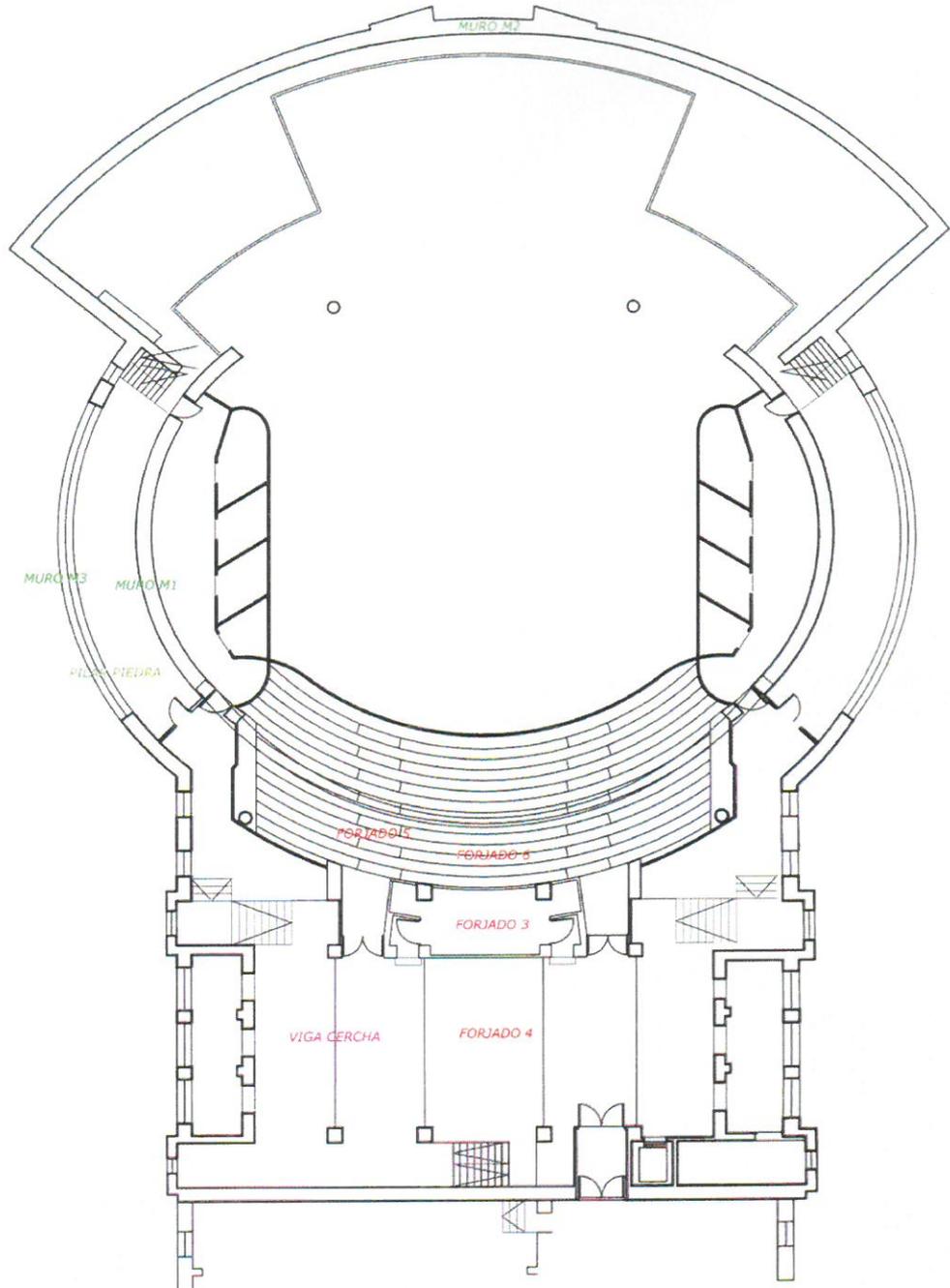
INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-06-06

HOJA Nº 11 DE 35



**TEATRO Pa1a**



METIRE UT SCIAS

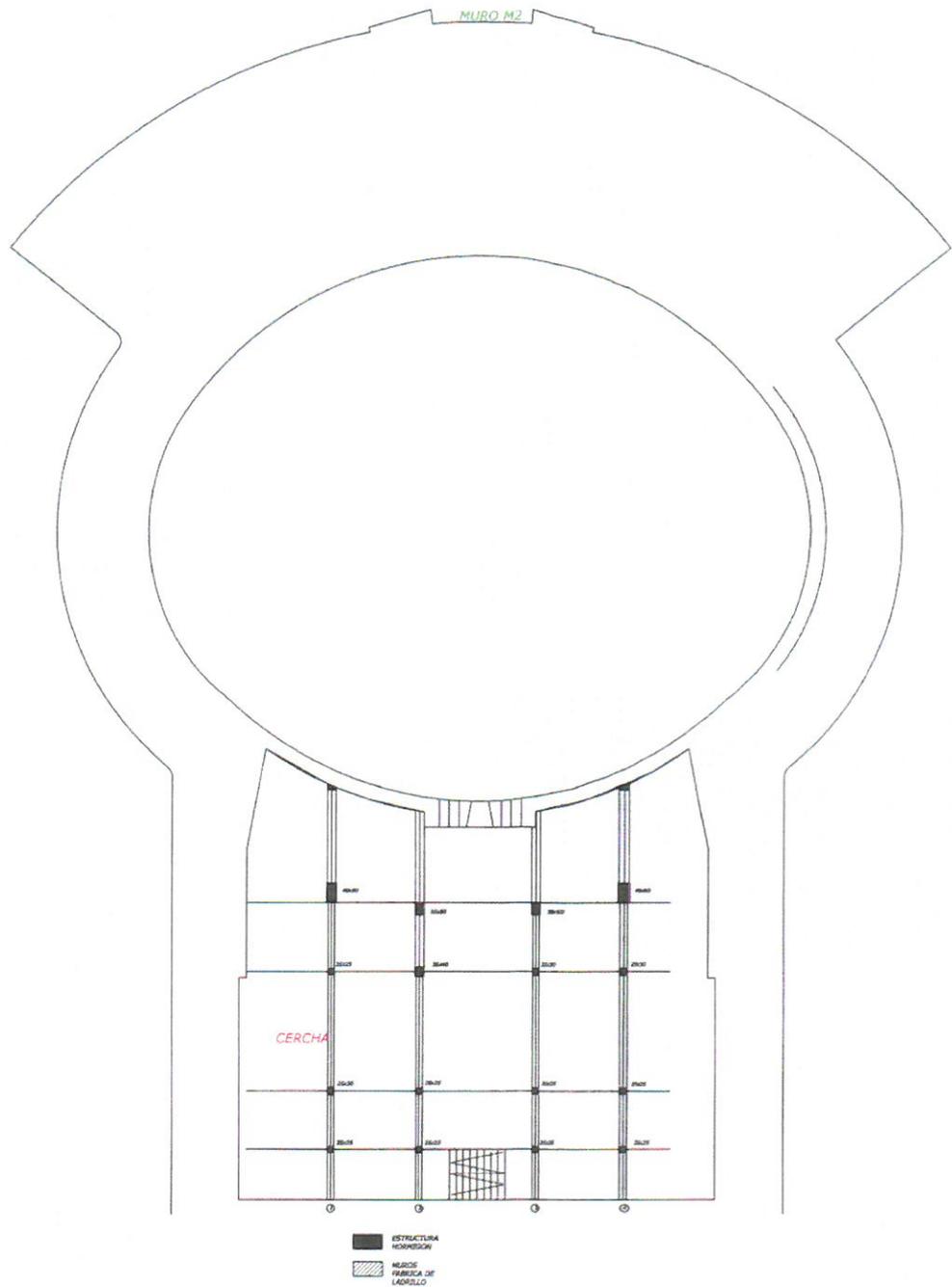
**INTEMAC**

**INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-06-06

HOJA N° 12 DE 35



**TEATRO Pa2a**

## 2.2. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE CÁLCULO REALIZADAS SOBRE LOS FORJADOS, VIGAS Y LOSAS

Hemos realizado comprobaciones de cálculo sobre una muestra representativa de las vigas, forjados<sup>2</sup> y losas del edificio. A continuación exponemos las comprobaciones realizadas:

### A) COMPROBACIONES DE SEGURIDAD A FLEXIÓN

Hemos evaluado las condiciones de seguridad a flexión comparando por cociente la capacidad global a flexión del vano comprobado, con el momento flector isostático de cálculo de dicho vano.

La capacidad global a flexión ( $M_{u,g}$ ) ha sido deducida a partir de la expresión

$$M_{u,g} = M_{u,cv} + \frac{M_{u,ed} + M_{u,ef}}{2}$$

donde:

$M_{u,ed}$  es la capacidad a flexión de la sección en el apoyo dorsal frente a momentos negativos

$M_{u,ef}$  es la capacidad a flexión de la sección en el apoyo frontal frente a momentos negativos.

$M_{u,cv}$  es la capacidad de la sección de centro de vano frente a momentos positivos.

---

<sup>2</sup> En el caso de los forjados *singulares* cerámicos hemos supuesto (pendiente de comprobación vía experimental) una adecuada transmisión de esfuerzos en entre el hormigón y las piezas cerámicas.

## B) COMPROBACIONES DE SEGURIDAD FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES

Hemos comprobado en las vigas, forjados y losas de hormigón armado la seguridad a cortante comparando por cociente la capacidad última a corte de la sección situada a un canto útil del apoyo, de acuerdo con la formulación recogida en las Instrucciones EHE-08<sup>3</sup> y EH-91<sup>4</sup>, con el esfuerzo de corte de servicio. La capacidad frente a esfuerzo cortante en las vigas de hormigón armado ha sido deducida de la siguiente expresión<sup>5</sup>:

$$V_u = V_{su} + V_{cu}$$

siendo:

$V_u$  esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma

$V_{su}$  contribución de la armadura transversal a la resistencia a esfuerzo cortante

$V_{cu}$  contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante

Hemos realizado la comprobación en las mismas vigas, forjados y losas en los que se ha realizado la comprobación a flexión.

En las páginas siguientes se incluyen las comprobaciones frente a los Estados Límite Últimos de Flexión y Cortante, realizadas en las vigas, forjados y losas.

---

<sup>3</sup> EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural.

<sup>4</sup> EH-91: "Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado". La contribución del hormigón en la resistencia a corte según la formulación recogida en esta Norma es más ajustada que la incluida en la Normativa actualmente vigente, para los valores de resistencia del hormigón y tipo de acero considerados en las comprobaciones.

<sup>5</sup> En el caso de los forjados, cuando no se considera la colaboración de la armadura transversal, la capacidad frente a esfuerzos cortantes viene dada por la expresión  $V_u = 2 \cdot V_{cu}$ .



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC****INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-06-06

HOJA N° 15 DE 35

**2.2.1 VIGAS:**

COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES						
OBRA: SALON DE ACTOS DE LA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA			PLANTA: primera VIGA CERCHA			

VANO	viga 1			viga 2		
p (t/m)	3.36			4.31		
L (m)	6.60			6.00		
Mo (mt)	18.30			19.38		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.40	0.40	0.40	0.26	0.26	0.26
h (m)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
r sup (m)	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
r inf (m)	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	2	2	2	5	1	5
φ	21	21	21	16	18	16
n <sub>2</sub>	1	2	1	0	4	0
φ	25	24	25	0	25	0
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
Uc (t)	137.33	157.33	137.33	90.13	95.33	90.13
Uc·d (m·t)	70.73	92.83	70.73	46.87	52.43	46.87
(Us-U's)/Uc	0.18	0.21	0.18	0.23	0.49	0.23
M'u/(Uc·d)	0.16	0.18	0.16	0.20	0.34	0.20
M'u (m·t)	11.33	17.15	11.33	9.38	17.99	9.38
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	11.33	17.15	11.33	9.38	17.99	9.38
Mu,t (m·t)		28.48			27.37	
γ <sub>r</sub>	<b>1.56</b>			<b>1.41</b>		

COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES						
OBRA: SALON DE ACTOS DE LA COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL			PLANTA: primera			

VANO	0	viga 1	0	0	viga 2	0
p (t/m)		3.36			4.31	
L (m)		6.60			6.00	
a (m)	0		0	0		0
Vob (t)	11.09		11.09	12.92		12.92
Vod (t)	9.36		9.36	10.68		10.68
SECCION	E.D.		E.F.	E.D.		E.F.
b (m)	0.40		0.40	0.26	0.26	0.26
h (m)	0.60		0.60	0.60	0.60	0.60
r sup (m)	0.09		0.09	0.08	0.08	0.08
r inf (m)	0.01		0.01	0.05	0.05	0.05
α (grados)1	45.00		45.00	45.00		45.00
φs1 (mm)	21		21	14		14
(1) n° ramas1	1		1	0		0
α (grados)2	90.00		90.00	90.00		90.00
φt 2(mm)	8		8	6		6
St 2(cm)	15		15	14		14
n° ramas2	2		2	2		2
(2) Vu1 (t)	41.20		41.20	27.04		27.04
Vcu (t)	5.01		5.01	3.58		3.58
Vsu (t)	16.71		16.71	3.95		3.95
(3) Vu2 (t)	21.72		21.72	7.52		7.52
γ <sub>r1</sub>	<b>4.40</b>		<b>4.40</b>	<b>2.53</b>		<b>2.53</b>
γ <sub>r2</sub>	<b>2.32</b>		<b>2.32</b>	<b>0.70</b>		<b>0.70</b>

VALORES NOMINALES :

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2400	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Familia de armaduras inclinadas. Introducir n° de armaduras que doblan en un canto útil.  
 (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma  
 (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma

NOTA: CARGAS SIN MAYORAR



COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES						
OBRA: SALON DE ACTOS DE LA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA			PLANTA: sótano VIGAS			

VANO	viga 1			viga 2		
	p (t/m)	2.03			4.31	
L (m)	5.38			4.40		
Mo (mt)	7.34			10.42		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.25	0.25	0.25	0.26	0.26	0.26
h (m)	0.62	0.62	0.62	0.60	0.60	0.60
r sup (m)	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08
r inf (m)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	0	1	0	3	1	3
φ	10	16	10	16	12	16
n <sub>2</sub>	0	3	0	0	4	0
φ	16	20	16	0	16	0
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
Uc (t)	91.67	101.67	91.67	90.13	103.13	90.13
Uc·d (m·t)	50.42	62.02	50.42	46.87	61.36	46.87
(Us-U's)/Uc	0.00	0.23	0.00	0.14	0.19	0.14
M'u/(Uc·d)	0.00	0.20	0.00	0.13	0.16	0.13
M'u (m·t)	0.00	12.49	0.00	5.98	10.11	5.98
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.00	12.49	0.00	5.98	10.11	5.98
Mu,t (m·t)		12.49			16.09	
γ <sub>f</sub>		<b>1.70</b>			<b>1.54</b>	

## VALORES NOMINALES :

fck =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
fyk =	2400	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES					
OBRA: SALON DE ACTOS DE LA COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL			PLANTA: sótano		

VANO	0	viga 1	0	0	viga 2	0
	p (t/m)		2.03			4.31
L (m)		5.38			4.40	
a (m)	0		0	0		0
Vob (t)	5.46		5.46	9.48		9.48
Vod (t)	4.34		4.34	7.24		7.24
SECCION	E.D.		E.F.	E.D.		E.F.
b (m)	0.25		0.25	0.26	0.26	0.26
h (m)	0.62		0.62	0.60	0.60	0.60
r sup (m)	0.07		0.07	0.08	0.08	0.08
r inf (m)	0.01		0.01	0.01	0.01	0.01
α (grados)1	45.00		45.00	45.00		45.00
φs1 (mm)	14		0	16		16
(1) n° ramas1	1		0	2		2
α (grados)2	90.00		90.00	90.00		90.00
φt 2(mm)	8		8	6		6
St 2(cm)	23		15	14		14
n° ramas2	2		2	2		2
(2) Vu1 (t)	27.50		27.50	27.04		27.04
Vcu (t)	0.00		0.00	3.02		3.02
Vsu (t)	9.06		6.92	15.81		15.81
(3) Vu2 (t)	9.06		6.92	18.83		18.83
γ <sub>f1</sub>	<b>6.33</b>		<b>6.33</b>	<b>3.74</b>		<b>3.74</b>
γ <sub>f2</sub>	<b>2.09</b>		<b>1.59</b>	<b>2.60</b>		<b>2.60</b>

## VALORES NOMINALES :

fck =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
fyk =	2400	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Familia de armaduras inclinadas. Introducir n° de armaduras que doblan en un canto útil.  
 (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma  
 (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma

NOTA: CARGAS SIN MAYORAR



## 2.2.2 FORJADOS SINGULARES:

COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES						
OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL ZAMORA			PLANTA: TECHO SÓTANO			

VANO	FORJADO 1			0		
p (t/m)	0.15			0.72		
L (m)	4.77			5.80		
Mo (mt)	0.43			3.03		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.08	0.15	0.08	0.12	0.72	0.12
h (m)	0.15	0.15	0.15	0.30	0.30	0.30
r sup (m)	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
r inf (m)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	0	1	0	0	2	0
φ	0	15	0	0	12	0
n <sub>2</sub>	0	0	0	0	2	0
φ	0	0	0	0	5	0
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
Uc (t)	5.25	13.25	5.25	21.12	134.40	20.56
Uc·d (m·t)	0.55	1.76	0.55	2.22	17.81	2.16
(Us-U's)/Uc	0.00	0.28	0.00	0.00	0.04	0.00
M'u/(Uc·d)	0.00	0.23	0.00	0.00	0.04	0.00
M'u (m·t)	0.00	0.41	0.00	0.00	0.71	0.00
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.00	0.41	0.00	0.00	0.71	0.00
Mu,t (m·t)		0.41			0.71	
γ <sub>f</sub>	0.95			0.23		

COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES						
OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL ZAMORA			PLANTA: TECHO SÓTANO			
COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL						

VANO	0	FORJADO 1	0	0		
p (t/m)	0.15			0.72		
L (m)	4.77			5.80		
a (m)	0.26		0.26	0.35		0.35
Vob (t)	0.34		0.34	1.96		1.96
Vod (t)	0.32		0.32	1.76		1.76
SECCION	E.D.		E.F.	E.D.		E.F.
b (m)	0.04		0.04	0.12		0.12
h (m)	0.15		0.15	0.30		0.30
r sup (m)	0.05		0.05	0.04		0.04
r inf (m)	0.02		0.02	0.02		0.02
α (grados)1	45.00		45.00	45.00		45.00
φt1 (mm)	4		4	4		4
St1 (cm)	20		20	20		20
nº ramas1	0		0	2		2
α (grados)2	90.00		90.00	90.00		90.00
φt2 (mm)	1		1	1		1
St2 (cm)	1		1	1		1
nº ramas2	0		0	0		0
(1) Vu1 (t)	0.84		0.84	6.34		6.17
Vcu (t)	0.17		0.17	1.29		1.26
Vsu (t)	0.00		0.00	0.90		0.88
(2) Vu2 (t)	0.17		0.17	2.70		2.14
(3) Vu3 (t)	0.34		0.34	2.59		2.52
γ <sub>f1</sub>	2.64		2.64	3.60		3.50
γ <sub>f2</sub>	0.54		0.54	1.25		1.21
γ <sub>f3</sub>	1.08		1.08	1.47		1.43

## VALORES NOMINALES :

fck =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
fyk =	2400	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15



<b>COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES</b>						
OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL ZAMORA			PLANTA: TECHO DE BAJA			

VANO	FORJADO 2					
p (t/m)	0.14			0.65		
L (m)	5.55			5.80		
Mo (mt)	0.52			2.72		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.08	0.15	0.08	0.12	0.72	0.12
h (m)	0.15	0.15	0.15	0.30	0.30	0.30
r sup (m)	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
r inf (m)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	0	1	0	0	2	0
φ	0	8	0	0	12	0
n <sub>2</sub>	0	1	0	0	2	0
φ	0	16	0	0	5	0
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
Uc (t)	5.60	12.70	5.60	21.12	134.40	20.56
Uc·d (m·t)	0.59	1.61	0.59	2.22	17.07	2.16
(Us-U's)/Uc	0.00	0.41	0.00	0.00	0.04	0.00
M'u/(Uc·d)	0.00	0.31	0.00	0.00	0.04	0.00
M'u (m·t)	0.00	0.50	0.00	0.00	0.68	0.00
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.00	0.50	0.00	0.00	0.68	0.00
Mu,t (m·t)		0.50			0.68	
γ <sub>f</sub>	0.96			0.25		

<b>COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES</b>						
OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL ZAMORA			PLANTA: TECHO DE BAJA			
COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL						

VANO	0	FORJADO 2	0	0	
p (t/m)	0.14			0.65	
L (m)	5.55			5.80	
a (m)	0.35		0.35	0.35	0.35
Vob (t)	0.35		0.35	1.77	1.77
Vod (t)	0.33		0.33	1.58	1.58
SECCION	E.D.		E.F.	E.D.	E.F.
b (m)	0.04		0.04	0.12	0.12
h (m)	0.15		0.15	0.30	0.30
r sup (m)	0.05		0.05	0.04	0.04
r inf (m)	0.02		0.02	0.02	0.02
α (grados)1	45.00		45.00	45.00	45.00
φt1 (mm)	12		1	4	4
St1 (cm)	0.13		12	20	20
n° ramas1	0		0	2	2
α (grados)2	90.00		90.00	90.00	90.00
φt 2(mm)	1		1	1	1
St 2(cm)	1		1	1	1
n° ramas2	0		0	0	0
(1) Vu1 (t)	0.84		0.84	6.34	6.17
Vcu (t)	0.17		0.17	1.29	1.26
Vsu (t)	0.00		0.00	0.90	0.88
(2) Vu2 (t)	0.17		0.17	2.20	2.14
(3) Vu3 (t)	0.34		0.34	2.59	2.52
γ <sub>f1</sub>	2.52		2.52	4.00	3.89
γ <sub>f2</sub>	0.51		0.51	1.39	1.35
γ <sub>f3</sub>	1.03		1.03	1.63	1.59

VALORES NOMINALES :

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2400	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma Vu3 = 2° Vcu



## COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES

OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL ZAMORA

PLANTA: TECHO PRIMERA

VANO	FORJADO 3			FORJADO 4		
p (t/m)	0.14			0.14		
L (m)	4.70			4.70		
Mo (mt)	0.37			0.37		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.08	0.15	0.08	0.08	0.15	0.08
h (m)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
r sup (m)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
r inf (m)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	1
φ	10	8	10	9	11	9
n <sub>2</sub>	0	1	0	0	1	0
φ	0	12	0	0	13	0
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
Uc (t)	6.25	13.40	6.25	6.50	13.45	6.50
Uc·d (m·t)	0.78	1.80	0.78	0.81	1.80	0.81
(Us-U's)/Uc	0.28	0.28	0.28	0.22	0.38	0.22
M'u/(Uc·d)	0.24	0.23	0.24	0.19	0.29	0.19
M'u (m·t)	0.18	0.41	0.18	0.16	0.53	0.16
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.18	0.41	0.18	0.16	0.53	0.16
Mu,t (m·t)		0.60			0.69	
γ <sub>r</sub>	1.60			1.84		

## COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES

OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL ZAMORA

PLANTA: TECHO PRIMERA

COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL

VANO	0	FORJADO 3	0	FORJADO 4	
p (t/m)	0.14			0.14	
L (m)	4.70			4.70	
a (m)	0.3		0.3	0.3	0.3
Vob (t)	0.30		0.30	0.30	0.30
Vod (t)	0.28		0.28	0.28	0.28
SECCION	E.D.		E.F.	E.D.	E.F.
b (m)	0.04		0.04	0.04	0.04
h (m)	0.15		0.15	0.15	0.15
r sup (m)	0.03		0.03	0.02	0.02
r inf (m)	0.02		0.02	0.02	0.02
α (grados)1	45.00		45.00	45.00	45.00
φt1 (mm)	4		4	4	4
St1 (cm)	20		20	20	20
n° ramas1	0		0	0	0
α (grados)2	90.00		90.00	90.00	90.00
φt2 (mm)	1		1	1	1
St2 (cm)	1		1	1	1
n° ramas2	0		0	0	0
(1) Vu1 (t)	1.00		1.00	1.04	1.04
Vcu (t)	0.20		0.20	0.21	0.21
Vsu (t)	0.00		0.00	0.00	0.00
(2) Vu2 (t)	0.20		0.20	0.21	0.21
(3) Vu3 (t)	0.41		0.41	0.42	0.42
γ <sub>r1</sub>	3.59		3.59	3.73	3.73
γ <sub>r2</sub>	0.73		0.73	0.76	0.76
γ <sub>r3</sub>	1.46		1.46	1.52	1.52

## VALORES NOMINALES :

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2600	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma Vu3 = 2 \* Vcu



<b>COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES</b>		
OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL ZAMORA	PLANTA: TECHO PRIMERA	

VANO	FORJADO 5			FORJADO 6		
p (t/m)	0.14			0.14		
L (m)	3.55			4.70		
Mo (mt)	0.21			0.37		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.08	0.15	0.08	0.08	0.15	0.08
h (m)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
r sup (m)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
r inf (m)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	1	1	1	0.5	1	0.5
φ	9	12	9	11	16	11
n <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
Uc (t)	6.50	13.55	6.50	6.93	14.00	6.93
Uc·d (m·t)	0.85	1.84	0.85	0.90	1.90	0.90
(Us-U's)/Uc	0.22	0.19	0.22	0.15	0.32	0.15
M'u/(Uc·d)	0.19	0.17	0.19	0.14	0.26	0.14
M'u (m·t)	0.16	0.31	0.16	0.13	0.50	0.13
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.16	0.31	0.16	0.13	0.50	0.13
Mu,t (m·t)		0.47			0.62	
γ <sub>f</sub>	2.20			1.67		

<b>COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES</b>		
OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL ZAMORA	PLANTA: TECHO PRIMERA	
COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL		

VANO	0	FORJADO 5	0	FORJADO 6	
p (t/m)	0.14			0.14	
L (m)	3.55			4.70	
a (m)	0.35		0.3	0.3	0.3
Vob (t)	0.22		0.22	0.30	0.30
Vod (t)	0.20		0.20	0.28	0.28
SECCION	E.D.		E.F.	E.D.	E.F.
b (m)	0.04		0.04	0.04	0.04
h (m)	0.15		0.15	0.15	0.15
r sup (m)	0.02		0.02	0.02	0.02
r inf (m)	0.01		0.01	0.01	0.01
α (grados)1	45.00		45.00	45.00	45.00
φt1 (mm)	4		4	4	4
St1 (cm)	20		20	20	20
nº ramas1	0		0	0	0
α (grados)2	90.00		90.00	90.00	90.00
φt2 (mm)	1		1	1	1
St2 (cm)	1		1	1	1
nº ramas2	0		0	0	0
(1) Vu1 (t)	1.04		1.04	1.04	1.04
Vcu (t)	0.21		0.21	0.21	0.21
Vsu (t)	0.00		0.00	0.00	0.00
(2) Vu2 (t)	0.21		0.21	0.21	0.21
(3) Vu3 (t)	0.42		0.42	0.42	0.42
γ <sub>f1</sub>	5.26		5.17	3.74	3.74
γ <sub>f2</sub>	1.07		1.06	0.76	0.76
γ <sub>f3</sub>	2.15		2.11	1.53	1.53

VALORES NOMINALES :

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2600	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma Vu3 = 2° Vcu



**2.2.3 FORJADOS UNIDIRECCIONALES HORMIGONADOS IN SITU:**

<b>COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES</b>						
OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora				PLANTA: sótano -1		

VANO	Vano 1F			Vano 2F		
p (l/m)	0.27			0.29		
L (m)	5.38			4.48		
Mo (mt)	0.98			0.72		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.07	0.34	0.07	0.07	0.36	0.07
h (m)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
r sup (m)	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
r inf (m)	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	0	2	0	1	1	1
φ	16	16	16	14	10	14
n <sub>2</sub>	0	0	0	0	1	0
φ	0	0	0	0	14	0
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
Uc (t)	4.90	34.00	4.90	5.13	32.40	5.13
Uc·d (m·t)	0.51	5.10	0.51	0.54	4.86	0.54
(Us-U's)/Uc	0.00	0.25	0.00	0.63	0.15	0.63
M'u/(Uc·d)	0.00	0.21	0.00	0.39	0.14	0.39
M'u (m·t)	0.00	1.07	0.00	0.21	0.66	0.21
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.00	1.07	0.00	0.21	0.66	0.21
Mu,t (m·t)		1.07			0.87	
γ <sub>r</sub>	1.09			1.21		

<b>COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES</b>				
OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral			PLANTA: sótano -1	
COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL				

VANO	Vano 1F		Vano 2F	
p (l/m)	0.27		0.29	
L (m)	5.38		4.48	
a (m)	0.34	0.34	0.25	0.25
Vob (t)	0.60	0.60	0.38	0.38
Vod (t)	0.69	0.69	0.61	0.61
SECCION	E.D.	E.F.	E.D.	E.F.
b (m)	0.07	0.07	0.07	0.07
h (m)	0.16	0.16	0.16	0.16
r sup (m)	0.06	0.06	0.05	0.05
r inf (m)	0.01	0.01	0.03	0.03
α (grados)1	45.00	45.00	45.00	45.00
φt1 (mm)	16	16	14	14
St1 (cm)	10.5	10.5	11	11
nº ramas1	1	1	1	1
α (grados)2	90.00	90.00	90.00	90.00
φt 2(mm)	6	6	5	5
St 2(cm)	20	20	20	20
nº ramas2	0	0	0	0
(1) Vu1 (t)	1.47	1.47	1.54	1.54
Vcu (t)	0.30	0.30	0.31	0.31
Vsu (t)	5.37	5.37	3.51	3.51
(2) Vu2 (t)	5.67	5.67	3.83	3.83
(3) Vu3 (t)	0.60	0.60	0.63	0.63
γ <sub>r1</sub>	2.13	2.13	2.54	2.54
γ <sub>r2</sub>	8.21	8.21	6.31	6.31
γ <sub>r3</sub>	1.00	1.00	1.67	1.67

**VALORES NOMINALES :**

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2400	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma Vu3 = 2\* Vcu



COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES						
OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora				PLANTA: Planta Baja		

VANO	Vano 3F			Vano 2		
p (l/m)	0.26			0.40		
L (m)	2.95			3.30		
Mo (mt)	0.28			0.54		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.06	0.32	0.06	0.10	0.50	0.10
h (m)	0.18	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20
r sup (m)	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
r inf (m)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	0	2	0	1	1	1
φ	11	11	11	8	8	8
n <sub>2</sub>	0	0	0	2	0	1
φ	0	0	0	12	0	12
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	1
φ	0	0	0	0	0	14
Uc (t)	5.60	37.33	5.60	10.00	60.00	10.00
Uc·d (m·t)	0.78	6.53	0.78	1.40	10.50	1.40
(Us-U's)/Uc	0.00	0.11	0.00	0.58	0.02	0.66
M'u/(Uc·d)	0.00	0.10	0.00	0.38	0.02	0.40
M'u (m·t)	0.00	0.65	0.00	0.53	0.18	0.56
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.00	0.65	0.00	0.53	0.18	0.56
Mu,t (m·t)		0.65			0.72	
γ <sub>r</sub>	2.32			1.33		

COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES						
OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral				PLANTA: Planta Baja		
COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL						

VANO	Vano 3F			Vano 2		
p (l/m)	0.26			0.40		
L (m)	2.95			3.30		
a (m)	0			0.25		
Vob (t)	0.38			0.61		
Vod (t)	0.33			0.54		
SECCION	E.D.	E.F.	E.D.	E.F.	E.F.	E.F.
b (m)	0.06	0.06	0.10	0.10	0.10	0.10
h (m)	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20	0.20
r sup (m)	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
r inf (m)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
α (grados)1	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
φt1 (mm)	11	11	0	0	0	0
St1 (cm)	14	14	1	1	1	1
n° ramas1	1	1	0	0	0	0
α (grados)2	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
φt 2(mm)	6	6	5	5	5	5
St 2(cm)	20	20	20	20	20	20
n° ramas2	0	0	2	2	2	2
(1) Vu1 (t)	1.68	1.68	3.00	3.00	3.00	3.00
Vcu (t)	0.34	0.34	0.61	0.61	0.61	0.61
Vsu (t)	2.70	2.70	0.53	0.53	0.53	0.53
(2) Vu2 (t)	3.05	3.05	1.15	1.15	1.15	1.15
(3) Vu3 (t)	0.69	0.69	1.22	1.22	1.22	1.22
γ <sub>r1</sub>	5.05	5.05	5.58	5.58	5.58	5.58
γ <sub>r2</sub>	9.16	9.16	2.13	2.13	2.13	2.13
γ <sub>r3</sub>	2.06	2.06	2.28	2.28	2.28	2.28

VALORES NOMINALES:

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2400	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma Vu3 = 2° Vu3



**COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES**  
 OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora      PLANTA: Planta Baja

VANO	Vano 4F			Vano 2		
p (l/m)	0.47			0.00		
L (m)	1.95			3.30		
Mo (mt)	0.22			0.00		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.33	0.33	0.33	0.10	0.50	0.10
h (m)	0.34	0.34	0.34	0.20	0.20	0.20
r sup (m)	0.15	0.15	0.15	0.05	0.05	0.05
r inf (m)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
n <sub>1</sub> '	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	0	1	3	1	1	1
φ	0	8	12	8	8	8
n <sub>2</sub>	0	1	0	2	0	1
φ	0	12	0	12	0	12
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	1
φ	0	0	0	0	0	14
Uc (t)	41.80	73.70	41.80	10.00	60.00	10.00
Uc·d (m·t)	7.94	24.69	7.94	1.90	20.10	1.90
(Us-U's)/Uc	0.00	0.05	0.18	0.63	0.02	0.72
M'u/(Uc·d)	0.00	0.05	0.16	0.39	0.02	0.41
M'u (m·t)	0.00	1.19	1.30	0.74	0.37	0.78
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.00	1.19	1.30	0.74	0.37	0.78
Mu,t (m·t)		1.83			1.13	
γ <sub>r</sub>		8.25			#j DIV/0!	

**COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES**  
 OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora      PLANTA: Planta Baja  
 COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL

VANO	Vano 4F		Vano 2	
p (l/m)	0.47		0.00	
L (m)	1.95		3.30	
a (m)	0	0	0.25	0.25
Vob (t)	0.46	0.46	0.00	0.00
Vod (t)	0.30	0.30	0.00	0.00
SECCION	E.D.	E.F.	E.D.	E.F.
b (m)	0.08	0.08	0.10	0.10
h (m)	0.34	0.34	0.20	0.20
r sup (m)	0.15	0.15	0.05	0.05
r inf (m)	0.01	0.01	0.02	0.02
α (grados)1	45.00	45.00	45.00	45.00
φt1 (mm)	11	11	0	0
St1 (cm)	19	19	1	1
n° ramas1	0	0	0	0
α (grados)2	90.00	90.00	90.00	90.00
φt 2(mm)	6	6	5	5
St 2(cm)	20	20	20	20
n° ramas2	0	0	2	2
(1) Vu1 (t)	3.04	3.04	3.00	3.00
Vcu (t)	0.62	0.62	0.61	0.61
Vsu (t)	0.00	0.00	0.58	0.58
(2) Vu2 (t)	0.62	0.62	1.19	1.19
(3) Vu3 (t)	1.24	1.24	1.22	1.22
γ <sub>fn</sub>	10.17	10.17	#j DIV/0!	#j DIV/0!
γ <sub>r2</sub>	2.07	2.07	#j DIV/0!	#j DIV/0!
γ <sub>rs</sub>	4.15	4.15	#j DIV/0!	#j DIV/0!

**VALORES NOMINALES :**

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2600	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma Vu3 = 2° Vcu



**COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES**

OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora      PLANTA: Planta Baja

VANO	Vano 5F		
p (t/m)	0.61		
L (m)	2.00		
Mo (mt)	0.96		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.09	0.33	0.09
h (m)	0.34	0.34	0.34
r sup (m)	0.15	0.01	0.15
r inf (m)	0.01	0.15	0.01
n <sub>1</sub> '	0	0	0
φ	0	0	0
n <sub>1</sub>	1	3	1
φ	8	12	8
n <sub>2</sub>	0	0	0
φ	0	0	0
n <sub>3</sub>	0	0	0
φ	0	0	0
Uc (t)	11.40	41.80	11.40
Uc·d (m·t)	2.17	7.94	2.17
(Us-U's)/Uc	0.10	0.18	0.10
M'u/(Uc·d)	0.09	0.16	0.09
M'u (m·t)	0.20	1.30	0.20
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.20	1.30	0.20
Mu,t (m·t)		1.30	
γ <sub>r</sub>		1.36	

**COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES**

OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora      PLANTA: Planta Baja

COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL

VANO	Vano 5F		
p (t/m)	0.61		
L (m)	2.00		
a (m)	0.20		0
Vob (t)	0.55		0.61
Vod (t)	0.96		0.41
SECCION	E.D.		E.F.
b (m)	0.09		0.09
h (m)	0.34		0.34
r sup (m)	0.15		0.15
r inf (m)	0.01		0.01
α (grados)1	45.00		45.00
φt1 (mm)	11		11
St1 (cm)	1		1
nº ramas1	0		0
α (grados)2	90.00		90.00
φt2 (mm)	6		6
St2 (cm)	20		20
nº ramas2	0		0
(1) Vu1 (t)	3.42		3.42
Vcu (t)	0.70		0.70
Vsu (t)	0.00		0.00
(2) Vu2 (t)	0.70		0.70
(3) Vu3 (t)	1.40		1.40
γ <sub>n1</sub>	3.57		8.41
γ <sub>n2</sub>	0.73		1.72
γ <sub>n3</sub>	1.46		3.43

## VALORES NOMINALES :

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2600	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma Vu3 = 2· Vcu



## 2.2.4 LOSAS:

COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES						
OBRA: SALON DE ACTOS DE LA UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA			PLANTA: sótano LOSA ESCENARIO			

VANO	viga 1			viga 2		
p (t/m)	1.03			4.31		
L (m)	7.30			4.40		
Mo (mt)	6.87			10.42		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	1.00	1.00	1.00	0.26	0.26	0.26
h (m)	0.18	0.18	0.18	0.60	0.60	0.60
r sup (m)	0.02	0.08	0.02	0.08	0.08	0.08
r inf (m)	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05
n <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
n <sub>1</sub>	11	11	11	3	1	3
φ	9	9	9	16	12	16
n <sub>2</sub>	12	0	12	0	4	0
φ	8	0	8	0	16	0
n <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0
φ	0	0	0	0	0	0
Uc (t)	106.67	116.67	106.67	90.13	95.33	90.13
Uc*d (m*t)	17.07	20.42	17.07	46.87	52.43	46.87
(Us-U's)/Uc	0.28	0.14	0.28	0.15	0.22	0.15
M'u/(Uc*d)	0.23	0.12	0.23	0.14	0.19	0.14
M'u (m*t)	3.93	2.54	3.93	6.43	9.91	6.43
U's-Z (m*t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mu (m*t)	3.93	2.54	3.93	6.43	9.91	6.43
Mu,t (m*t)		6.46			16.34	
γ <sub>r</sub>		0.94			1.57	

VALORES NOMINALES :

fck =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
fyk =	2600	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES						
OBRA: SALON DE ACTOS DE LA COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL			PLANTA: sótano			

VANO	0	viga 1	0	0	viga 2	0
p (t/m)		1.03			4.31	
L (m)		7.30			4.40	
a (m)	0		0	0		0
Vob (t)	3.77		3.77	9.48		9.48
Vod (t)	3.60		3.60	7.24		7.24
SECCION	E.D.	E.F.	E.D.	E.F.	E.D.	E.F.
b (m)	1.00	1.00	0.26	0.26	0.26	0.26
h (m)	0.18	0.18	0.60	0.60	0.60	0.60
r sup (m)	0.02	0.02	0.08	0.08	0.08	0.08
r inf (m)	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05
α (grados)1	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
φs1 (mm)	0	0	16	16	16	16
(1) n° ramas1	0	0	2	2	2	2
α (grados)2	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
φt 2(mm)	8	8	6	6	6	6
St 2(cm)	23	15	14	14	14	14
n° ramas2	0	0	2	2	2	2
(2) Vu1 (t)	32.00	32.00	27.04	27.04	27.04	27.04
Vcu (t)	5.86	5.86	3.10	3.10	3.10	3.10
Vsu (t)	0.00	0.00	17.13	17.13	17.13	17.13
(3) Vu2 (t)	5.86	5.86	20.23	20.23	20.23	20.23
γ <sub>r1</sub>	8.88	8.88	3.74	3.74	3.74	3.74
γ <sub>r2</sub>	1.63	1.63	2.80	2.80	2.80	2.80

VALORES NOMINALES :

fck =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
fyk =	2600	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Familia de armaduras inclinadas. Introducir n° de armaduras que doblan en un canto útil.
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC****INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES**

REFERENCIA DEL DOCUMENTO: EX/OC-09032/E

FECHA: 2009-06-06

HOJA N° 26 DE 35

COMPROBACION FRENTE A MOMENTOS FLECTORES			
OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora		PLANTA: primera LOSA GRADA PPAL	

VANO	Vano 4F		
p (t/m)	0.77		
L (m)	2.40		
Mo (mt)	1.87		
SECCION	E.D.	C.V.	E.F.
b (m)	0.50	0.50	0.09
h (m)	0.30	0.30	0.30
r sup (m)	0.15	0.02	0.09
r inf (m)	0.02	0.15	0.02
n <sub>1</sub> '	0	0	0
φ	0	0	0
n <sub>1</sub>	0	2	0
φ	7	16	7
n <sub>2</sub>	0	0	0
φ	0	0	0
n <sub>3</sub>	0	0	0
φ	0	0	0
Uc (t)	50.00	50.00	12.60
Uc·d (m·t)	7.50	7.50	2.65
(Us-U's)/Uc	0.00	0.17	0.00
M'u/(Uc·d)	0.00	0.15	0.00
M'u (m·t)	0.00	1.13	0.00
U's·Z (m·t)	0.00	0.00	0.00
Mu (m·t)	0.00	1.13	0.00
Mu,t (m·t)		1.13	
γ <sub>r</sub>	0.60		

COMPROBACION FRENTE A ESFUERZOS CORTANTES			
OBRA: Salón de Actos de la Universidad Laboral		PLANTA: primera	
COMPROBACIÓN A CANTO ÚTIL			

VANO	Vano 4F		
p (t/m)	0.77		
L (m)	2.40		
a (m)	0.00		0
Vob (t)	0.92		0.92
Vod (t)	1.62		1.62
SECCION	E.D.		E.F.
b (m)	0.50		0.09
h (m)	0.30		0.30
r sup (m)	0.15		0.09
r inf (m)	0.02		0.02
α (grados)1	45.00		45.00
φt1 (mm)	11		11
St1 (cm)	1		1
n° ramas1	0		0
α (grados)2	90.00		90.00
φt 2(mm)	6		6
St 2(cm)	20		20
n° ramas2	0		0
(1) Vu1 (t)	15.00		3.78
Vcu (t)	3.06		0.77
Vsu (t)	0.00		0.00
(2) Vu2 (t)	3.06		0.77
(3) Vu3 (t)	6.12		1.54
γ <sub>r1</sub>	9.24		2.33
γ <sub>r2</sub>	1.89		0.48
γ <sub>r3</sub>	3.77		0.95

VALORES NOMINALES :

f <sub>ck</sub> =	100	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>c</sub> =	1.50
f <sub>yk</sub> =	2400	Kp/cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub> =	1.15

- (1) Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma
- (2) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma
- (3) Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma Vu3 = 2\* Vcu

### 2.3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE CÁLCULO REALIZADAS SOBRE LAS BÓVEDAS

Con objeto de analizar el estado actual de la bóveda muestreada hemos realizado unas comprobaciones de cálculo con objeto de estimar el coeficiente de seguridad de estos elementos mediante el cociente de la resistencia asignable a la fábrica y la tensión de cálculo solicitante  $\sigma_{sd}$ .

Cabe señalar que la tensión de cálculo solicitante ha sido obtenida mediante una modelización mediante barras con Programa informático SAP2000®. En la figura nº 1 mostramos una vista del modelo empleado.



Vista del modelo de elementos finitos de la bóveda  
Figura nº 1

De acuerdo con los esfuerzos obtenidos en el modelo tenemos que:

en punto medio

$$M_m := 0.83 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$N_m := 75.4 \text{ kN}$$

$$e_m := \frac{M_m}{N_m}$$

$$e_m = 0.011 \text{ m}$$

en riñones

$$M_a := 1.29 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$N_a := 81.9 \text{ kN}$$

$$e_a := \frac{M_a}{N_a}$$

$$e_a = 0.016 \text{ m}$$

Por lo que no se producen tracciones en el arco (excentricidad dentro del núcleo central de la sección)

$$\sigma_{dm} := \frac{N_m}{2 \cdot \left( \frac{e_t}{2} - e_m \right) \cdot B}$$

$$\sigma_{dm} = 0.77 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$K_m := \frac{f_d}{\sigma_{dm}} \quad K_m = 1.39$$

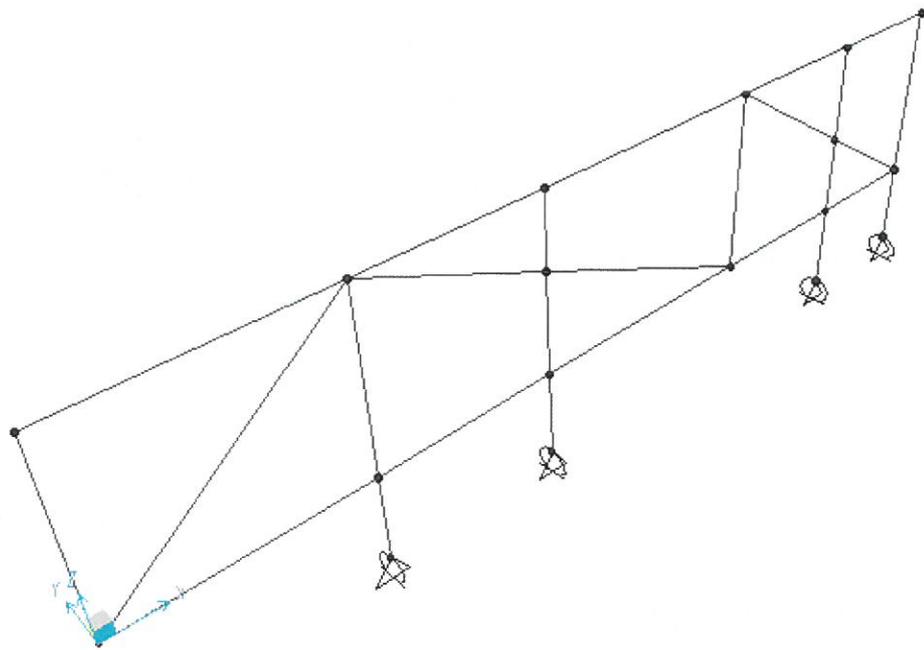
$$\sigma_{da} := \frac{N_a}{2 \cdot \left( \frac{e_t}{2} - e_a \right) \cdot B}$$

$$\sigma_{da} = 0.925 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$K_a := \frac{f_d}{\sigma_{da}} \quad K_a = 1.15$$

#### 2.4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE CÁLCULO REALIZADAS SOBRE LAS CERCHAS DE PLANTA SEGUNDA

Hemos realizado un análisis de las condiciones de seguridad de algunos de los elementos traccionados de una de las cerchas de hormigón armado de la planta segunda. Para la estimación de los esfuerzos sobre los distintos elementos estructurales, hemos realizado una estimación de los esfuerzos en la cercha por medio de una modelización preliminar del conjunto de misma mediante el programa informático de elementos finitos SAP2000<sup>®6</sup>. La precisión del modelo se ha ajustado a la de la información obtenida sobre la configuración estructural de la cúpula, que impide mayores refinamientos<sup>7</sup>, si bien en nuestra opinión las hipótesis adoptadas son conservadoras. En la figura nº 2 mostramos una vista del modelo empleado.



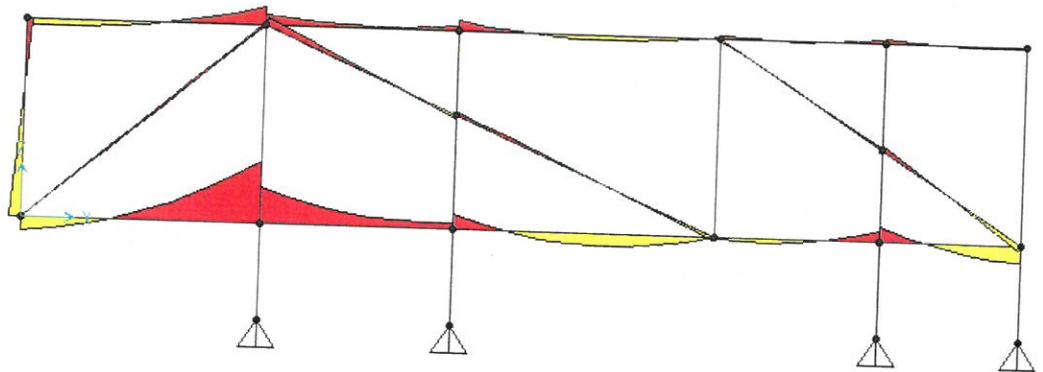
**Vista del modelo de la cercha**  
**Figura nº 2**

---

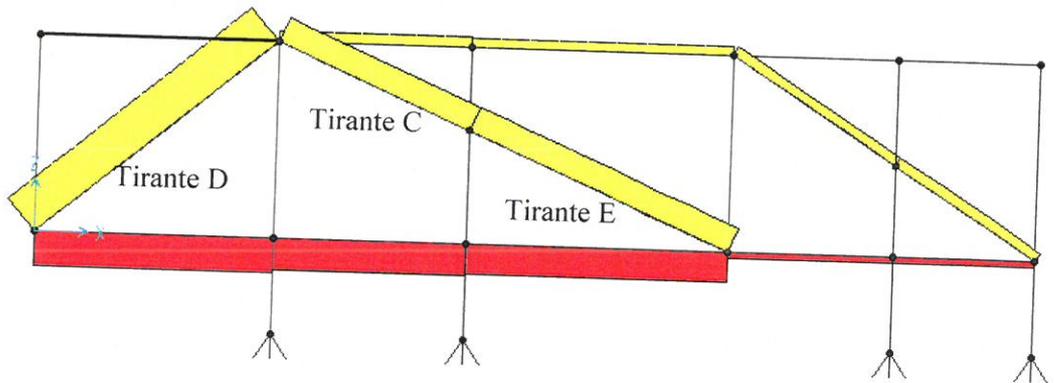
<sup>6</sup> SAP 2000<sup>®</sup>: Structural Analysis Program.

<sup>7</sup> A parte de las incertidumbres sobre la configuración de la propia cercha que resultan irresolubles con los puntos realizados.

En la figura nº 3 mostramos una vista de la distribución de axiles y momentos flectores obtenida en la modelización tridimensional de elementos finitos.



**Momentos flectores en los tirantes de la cercha**



**Axiles en los tirantes de la cercha**

**Figura nº 3**

A partir de lo anterior hemos analizado las condiciones de seguridad algunos de los elementos traccionados. En la página siguiente se incluyen las comprobaciones en algunos de los tirantes.

La realización de la comprobación de los elementos sometidos a flexión viene reflejada en el apartado 2.2.



## COMPROBACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE ALUNOS DE LOS ELEMENTOS TRACCIONADOS DE LAS CERCHAS

**Obra:** Salón de Actos de la Universidad Laboral de Zamora

$$t := 1000 \text{ kgf} \quad k_p := \text{kgf} \quad kN := 1000 \text{ N}$$

### 1. Resultado de axiles en el modelo de elementos finitos

Tirante D  $N_t = 1448.8 \text{ KN}$

Tirante C  $N_t = 885.5 \text{ KN}$

Tirante E  $N_t = 891.7 \text{ KN}$

### 2. Armado de los tirantes según inspección de calas

Tirante D 8 barras de 25mm de diámetro + 10 barras de 20mm de diámetro

Tirante C 12 barras de 24mm de diámetro

Tirante E 12 barras de 24mm de diámetro + 4 barras de 21 mm de diámetro

$$A_{sD} := \left[ 8 \cdot \left( \frac{2.5^2}{4} \right) + 10 \cdot \left( \frac{2^2}{4} \right) \right] \cdot \pi \cdot 2.2 \quad T_{u,D} := 1550.1 \text{ kN} \quad \text{ok}$$

$$A_{sC} := \left( 12 \cdot \frac{2.4^2}{4} \right) \cdot \pi \cdot 2.2 \quad T_{u,C} := 1194.3 \text{ kN} \quad \text{ok}$$

$$A_{sE} := \left[ 12 \cdot \left( \frac{2.4^2}{4} \right) + 4 \cdot \left( \frac{2.1^2}{4} \right) \right] \cdot \pi \cdot 2.2 \quad T_{u,E} := 1499.1 \text{ kN} \quad \text{ok}$$



2.5. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE SEGURIDAD EN LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA

Hemos comprobado frente a esfuerzos de flexocompresión una muestra de los muros de carga de mampostería del inmueble. Dichas comprobaciones han sido realizadas para dos hipótesis, la primera considerando que los machones se encuentran solicitados a compresión centrada (situación hipotética e irreal, aunque en algún caso ha resultado suficientemente representativa), y la segunda considerando el las excentricidades adicionales debidas al pandeo y a la *fluencia*, según el CTE.

En las páginas siguientes recogemos los resultados obtenidos en las comprobaciones realizadas.

=====

=====

=====



CÁLCULO VERTICAL DE MUROS											
OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA											
MURO: M1 (MURO INTERIOR)											
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA FÁBRICA</b>						<b>ACCIONES (kN/m<sup>2</sup>)</b>					
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm <sup>2</sup> )						USO RESIDENCIAL					
Módulo elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )						izquierda		derecha			
Coeficiente de seguridad						PP forjado	2.0	6.5			
Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )						CM	1.0	1.0			
Densidad (kN/m <sup>3</sup> )						SC <sub>tab</sub>	0.0	0.0			
Coeficiente de fluencia F						SC <sub>uso</sub>	5.0	5.0			
B = Franja de muro considerada (m)						CM <sub>cubierta</sub>	2.0	-			
Categoría ejecución fábrica						SC <sub>uso cubierta</sub>	1.0	-			
						COEFICIENTES DE SEGURIDAD ACCIONES					
						C <sub>t</sub>	1.35				
						C <sub>b</sub>	1.5				
<b>GEOMETRÍA DE LOS FORJADOS</b>											
L <sub>tab</sub> (m) PL TIPO						2.95					
L <sub>der</sub> (m) PL CUB						1.95					
L <sub>der</sub> (m)						1.95					
<b>GEOMETRÍA MURO</b>											
FORJADO	PLANTA	h <sub>i</sub> (m)	t <sub>i</sub> (m)	b <sub>i</sub> (m)	r <sub>i</sub> (m)	entrega i (m)	entrega d (m)	Huecos (%)	h <sub>d</sub> (m)	a (m)	td (m)
cubierta	-	-	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	-	-	-	-
segunda	2	3.00	0.60	1.00	0.00	0.25	0.25	0.00	3.00	0.00	0.60
primera	1	3.00	0.60	1.00	0.00	0.25	0.25	0.00	3.00	0.00	0.60
intermedia	0/1	3.00	0.60	1.00	0.00	0.25	0.25	0.00	3.00	0.00	0.60
baja	0	3.00	0.60	1.00	0.00	-	-	0.00	3.00	0.00	0.60
<b>ESFUERZOS VERTICALES</b>											
Vi (kN)	Vd (kN)	N <sub>1</sub> (kN)	s <sub>1</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	P (kN)	N <sub>2</sub> (kN)	s <sub>2</sub> (N/mm <sup>2</sup> )					
0.00	6.73	-	-	-	0.00	-					
10.18	0.00	6.73	0.01	60.75	67.48	0.11					
17.04	17.16	77.66	0.13	60.75	138.41	0.23					
17.04	17.16	172.60	0.29	60.75	233.35	0.39					
-	-	267.54	0.45	60.75	328.29	0.55					
<b>FLEXIONES INDUCIDAS (Excentricidad forjados = 1/4a (a=entrega))</b>											
CABEZA				PIE			1/5 CENTRAL				
e <sub>s</sub> (m)	e <sub>n1</sub> (m)	M <sub>1</sub> /N <sub>1</sub> (m)	e <sub>1</sub> (m)	e <sub>n2</sub> (m)	M <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> (m)	e <sub>2</sub> (m)	e <sub>nm</sub> (m)	M <sub>m</sub> /N <sub>m</sub> (m)	e <sub>p</sub> (m)	Δe <sub>p</sub> (m)	e <sub>m</sub> (m)
0.007	0.000	0.238	0.244	-	0.00	0.00	-	-	-	-	-
0.007	0.000	-0.011	0.030	0.000	0.024	0.030	0.000	0.131	-	-	-
0.007	0.000	-0.005	0.030	0.000	-0.006	0.030	0.000	0.008	0.005	0.004	0.147
0.007	0.000	-0.003	0.030	0.000	-0.003	0.030	0.000	0.004	0.005	0.002	0.022
				0.000	-0.002	0.030	0.000	0.003	0.005	0.002	0.018
											0.017
<b>COMPROBACION EC-2</b>											
CABEZA			PIE			1/5 CENTRAL					
F	N <sub>Rd</sub>	K=N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	F	N <sub>Rd</sub>	K=N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	F	N <sub>Rd</sub>	K=N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>			
0.19	78.17	11.62	0.90	377.52	5.59	0.51	214.35	5.78			
0.90	378.00	4.87	0.90	378.00	2.73	0.93	388.73	3.60			
0.90	378.00	2.19	0.90	378.00	1.62	0.94	394.69	1.94			
0.90	378.00	1.41	0.90	378.00	1.15	0.94	396.65	1.33			
<b>COMPROBACION ESTADO TENSIONAL SIN PANDEO</b>											
CABEZA		PIE		1/5 CENTRAL							
s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>	s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>	s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>						
0.06	11.62	0.13	5.59	0.11	6.14						
0.14	4.87	0.26	2.73	0.19	3.69						
0.32	2.19	0.43	1.62	0.35	2.00						
0.50	1.41	0.61	1.15	0.51	1.37						



**CÁLCULO VERTICAL DE MUROS**

OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA  
MURO: M2 (MURO FACHADA ESCENARIO)

CARACTERÍSTICAS DE LA FÁBRICA	
Resistencia característica (N/mm <sup>2</sup> )	1.75
Módulo elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )	1750
Coefficiente de seguridad	2.5
Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	0.7
Densidad (kN/m <sup>3</sup> )	25
Coefficiente de fluencia F	1.5
B = Franja de muro considerada (m)	1
Categoría ejecución fábrica	B

ACCIONES (kN/m <sup>2</sup> ) USO RESIDENCIAL	
PP forjado	2.0
CM	1.0
SC <sub>tab</sub>	0.0
SC <sub>uso</sub>	5.0
CM <sub>cubierta</sub>	2.0
SC <sub>uso cubierta</sub>	1.0

COEFICIENTES DE SEGURIDAD ACCIONES	
G <sub>s</sub>	1.35
G <sub>b</sub>	1.5

GEOMETRÍA DE LOS FORJADOS	
L <sub>2q</sub> (m) PL TIPO	5.38
L <sub>2q</sub> (m) PL CUB	10
L <sub>der</sub> (m)	0

GEOMETRÍA MURO											
FORJADO	PLANTA	h <sub>i</sub> (m)	t <sub>i</sub> (m)	b <sub>i</sub> (m)	ri (m)	entrega i (m)	entrega d (m)	Huecos (%)	h <sub>d</sub> (m)	a (m)	td (m)
cubierta	-	-	0.00	0.00	-	0.40	0.00	-	-	-	-
segunda	4	12.00	0.90	1.00	0.00	0.40	0.00	0.00	12.00	0.00	0.90
primera	3	3.00	0.90	1.00	0.00	0.40	0.00	0.00	3.00	0.00	0.90

ESFUERZOS VERTICALES						
Vi (kN)	Vd (kN)	N <sub>i</sub> (kN)	s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	P (kN)	N <sub>2</sub> (kN)	s <sub>2</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
34.50	0.00	-	-	-	0.00	-
31.07	0.00	34.50	0.04	364.50	399.00	0.44
-	-	430.07	0.48	91.13	521.19	0.58

FLEXIONES INDUCIDAS (Excentricidad forjados = 1/4a (a=entrega))											
e <sub>2</sub> (m)	CABEZA				PIE			1/5 CENTRAL			
	e <sub>n1</sub> (m)	M <sub>1</sub> /N <sub>1</sub> (m)	e <sub>1</sub> (m)	e <sub>n2</sub> (m)	M <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> (m)	e <sub>2</sub> (m)	e <sub>nm</sub> (m)	M <sub>m</sub> /N <sub>m</sub> (m)	e <sub>p</sub> (m)	Δe <sub>p</sub> (m)	e <sub>m</sub> (m)
0.027	0.000	-0.350	0.377	0.000	0.00	0.00	-	-	-	-	-
0.007	0.000	-0.053	0.060	0.000	-0.030	0.057	0.000	0.190	0.056	0.020	0.293
					-0.044	0.051	0.000	0.049	0.004	0.002	0.061

COMPROBACION EC-2						
0.0266667	cabeza		PIE		1/5 CENTRAL	
	N <sub>Rd</sub>	K=N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	F	N <sub>Rd</sub>	K=N <sub>Rd</sub> /N <sub>sd</sub>	F
	0.16	102.67	2.98	0.87	550.30	1.38
0.87	545.96	1.27	0.89	559.02	1.07	0.86

COMPROBACION ESTADO TENSIONAL SIN PANDEO						
s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	CABEZA		PIE		1/5 CENTRAL	
	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>	s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>	s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>	s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
0.24	2.98	0.51	1.38	0.46	1.51	-
0.55	1.27	0.65	1.07	0.60	1.16	-



CÁLCULO VERTICAL DE MUROS											
OBRA: UNIVERSIDAD LABORAL DE ZAMORA											
MURO: M3 (MURO FACHADA)											
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA FABRICA</b>						<b>ACCIONES (kN/m<sup>2</sup>)</b>					
USO RESIDENCIAL											
Resistencia característica (N/mm <sup>2</sup> )	1.75	izquierda		derecha							
Módulo elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )	1750	PP forjado		2.0		6.5					
Coefficiente de seguridad	2.5	CM		1.0		1.0					
Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	0.7	SC <sub>tab</sub>		0.0		0.0					
Densidad (kN/m <sup>3</sup> )	25	SC <sub>uso</sub>		5.0		5.0					
Coefficiente de fluencia F	1.5	CM <sub>cubierta</sub>		2.0							
B = Franja de muro considerada (m)	1	SC <sub>uso cubierta</sub>		1.0							
Categoría ejecución fábrica	B										
COEFICIENTES DE SEGURIDAD ACCIONES											
G <sub>b</sub>	1.35										
G <sub>s</sub>	1.5										
<b>GEOMETRÍA DE LOS FORJADOS</b>											
L <sub>lq</sub> (m) PL TIPO	0										
L <sub>lq</sub> (m) PL CUB	0										
L <sub>der</sub> (m)	2.95										
<b>GEOMETRÍA MURO</b>											
FORJADO	PLANTA	h <sub>i</sub> (m)	t <sub>i</sub> (m)	b <sub>i</sub> (m)	ri (m)	entrega i (m)	entrega d (m)	Huecos (%)	h <sub>d</sub> (m)	a (m)	td (m)
cubierta	-	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-	-
primera	1	0.00	0.70	1.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.70
intermedia	0/1	3.00	0.70	1.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.70
baja	0	3.00	0.70	1.00	0.00	0.00	0.40	0.00	3.00	0.00	0.70
<b>ESFUERZOS VERTICALES</b>											
V <sub>i</sub> (kN)	V <sub>d</sub> (kN)	N <sub>1</sub> (kN)	s <sub>1</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	P (kN)	N <sub>2</sub> (kN)	s <sub>2</sub> (N/mm <sup>2</sup> )					
0.00	24.60	-	-	-	0.00	-					
0.00	17.04	24.60	0.04	0.00	24.60	0.04					
0.00	17.04	41.64	0.06	70.88	112.51	0.16					
-	-	129.55	0.19	70.88	200.42	0.29					
<b>FLEXIONES INDUCIDAS (Excentricidad forjados = 1/4a (a=entrega))</b>											
CABEZA			PIE			1/5 CENTRAL					
e <sub>s</sub> (m)	e <sub>h1</sub> (m)	M <sub>1</sub> /N <sub>1</sub> (m)	e <sub>1</sub> (m)	e <sub>h2</sub> (m)	M <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> (m)	e <sub>2</sub> (m)	e <sub>h3</sub> (m)	M <sub>m</sub> /N <sub>m</sub> (m)	e <sub>p</sub> (m)	Δe <sub>p</sub> (m)	e <sub>m</sub> (m)
0.000	0.000	0.350	0.350	0.000	0.350	0.350	0.000	0.350	-	-	-
0.007	0.000	0.309	0.316	0.000	0.114	0.121	0.000	0.212	0.005	0.005	0.228
0.000	0.000	0.132	0.132	0.000	0.085	0.085	0.000	0.109	0.005	0.004	0.117
<b>COMPROBACIÓN EC-2</b>											
CABEZA			PIE			1/5 CENTRAL					
F	N <sub>Rd</sub>	K=N <sub>Rd</sub> /N <sub>sdl</sub>	F	N <sub>Rd</sub>	K=N <sub>Rd</sub> /N <sub>sdl</sub>	F	N <sub>Rd</sub>	K=N <sub>Rd</sub> /N <sub>sdl</sub>			
0.10	47.95	1.15	0.65	320.53	2.85	0.35	170.83	2.22			
0.62	304.90	2.35	0.76	370.36	1.85	0.67	326.26	1.98			
<b>COMPROBACIÓN ESTADO TENSIONAL SIN PANDEO</b>											
CABEZA		PIE		1/5 CENTRAL							
s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>	s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>	s <sub>i</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	K=f <sub>d</sub> /s <sub>d</sub>						
0.61	1.15	0.25	2.85	0.29	2.39						
0.30	2.35	0.38	1.85	0.34	2.05						



2.6. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS COMPROBACIONES DE SEGURIDAD EN LOS SOPORTES DE PIEDRA

Con carácter preliminar, hemos analizado el estado tensional de algunos soportes de piedra del inmueble con objeto de verificar que estos resultaban muy inferiores a la resistencia asignable según la bibliografía relevante al respecto.

$$\sigma_{d.1} = 24,6 \text{ kN} / A_1 = 0,16 \text{ N/mm}^2$$

Pilar terraza fachada principal bajo cubierta

$$\sigma_{d.2} = 623,1 \text{ kN} / A_2 = 3,17 \text{ N/mm}^2$$

Pilar interior planta baja

Los valores obtenidos son inferiores a la resistencia de cálculo asignable ( $f_{s,u} > 4 \text{ N/mm}^2$ ).

=====

=====

=====