



UNC

Facultad de Ciencias
Exactas, Físicas y
Naturales

Práctica Supervisada

ENSAYOS EN PANELES PORTANTES PESADOS DE HORMIGÓN ARMADO

Autor: Menajovsky, Luis Alejandro

Tutor: Ing. Patricia Irico

Tutor Externo: Ing. Timoteo Gordillo

Fecha: 30/7/2015

1- AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo, seguimiento, y participación en distintas etapas de la Práctica Supervisada, es mi voluntad de agradecer a:

- Ing. Patricia Irico.
- Ing. Timoteo Gordillo.
- Ing. Héctor Gatavara.
- Marcelo Tissera.
- Cuerpo integrante del Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Cs. Exactas, Físicas y Naturales.

2- RESUMEN

De acuerdo a los requerimientos solicitados para la obtención del Certificado de Aptitud Técnica, se realizaron los siguientes ensayos en Paneles provistos por la Empresa Pretensados San Luis S.R.L.:

- 1) IRAM 11.585: Carga Excéntrica
- 2) IRAM 11.588: Compresión Simple
- 3) IRAM 11.595: Resistencia al Impacto de la Bola de Acero
- 4) IRAM 11.596: Impacto Blando en probetas verticales
- 5) IRAM 11.596: Impacto Blando en Junta
- 6) ASTM E 514: Resistencia a la Penetración de Agua en la Junta

Los cuatros primeros ensayos enlistados, realizados en los paneles, fueron ejecutados en el año 2014 por personal técnico del Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Cs. Exactas Físicas y Naturales; los últimos dos, realizados en la junta de los paneles, fueron ejecutados y analizados por el autor en el mismo establecimiento, obteniendo en cada uno de ellos resultados satisfactorios de acuerdo a las normas correspondientes.

3- ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| 1- Agradecimientos..... | 2 |
| 2- Resumen | 3 |
| 3- Índice General | 4 |
| 4- Índice de Figuras | 5 |
| 5- Índice de Tablas | 7 |
| 6- Introducción | 8 |
| 7- Objetivos y Plan de Actividades de la Práctica Supervisada | 9 |
| Objetivos de la Práctica Supervisada..... | 9 |
| Plan de Actividades | 10 |
| 8- Lugar de Desarrollo de la PS y Descripción de la Empresa Pretensados San Luis S.R.L. | 12 |
| Laboratorio de Estructuras de la Fac. de Cs. Exactas, Físicas y Naturales..... | 12 |
| Empresa Pretensados San Luis S.R.L..... | 13 |
| 9- Características de la Vivienda Eco | 17 |
| 10- Características Técnicas de los Paneles | 20 |
| Geometría y Composición de los Paneles | 20 |
| Montaje de los Paneles..... | 26 |
| Materialización de la Junta | 28 |
| 11- Explicación del C.A.T. (Certificado de Aptitud Técnica) | 31 |
| Introducción..... | 31 |
| Concepto | 31 |
| 12- Ensayos Realizados en el Laboratorio de Estructuras (FCEFyN – UNC)..... | 34 |
| | 35 |
| IRAM 11.585: Carga Excéntrica..... | 36 |
| IRAM 11.588: Compresión Simple | 38 |
| IRAM 11.595: Resistencia al Impacto de la Bola de Acero | 43 |
| IRAM 11.596: Impacto Blando en probetas verticales..... | 46 |
| IRAM 11.596: Impacto Blando en Junta..... | 54 |
| ASTM E - 514: Resistencia a la Penetración de Agua en la Junta | 57 |
| 13- Conclusiones | 63 |
| 14- Bibliografía..... | 64 |
| 15- Anexo I: Instructivo para la Tramitación del C.A.T. | 65 |

4- ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 8.1: Ubicación Planta de Empresa Pretensados San Luis S.R.L..... | 13 |
| Figura 8.2: Producción Estándar y Rurales..... | 14 |
| Figura 8.3: Estructuras para obras viales e Hidráulicas..... | 15 |
| Figura 8.4: Cubiertas de Techo..... | 15 |
| Figura 8.5: Edificaciones en Altura..... | 16 |
| Figura 9.1: Vivienda ECO..... | 17 |
| Figura 9.2: Planta Vivienda ECO..... | 18 |
| Figura 9.3: Paneles PL153 y PL0765..... | 19 |
| Figura 10.1: Geometría Panel PL0765..... | 20 |
| Figura 10.2: Panel PL0765..... | 21 |
| Figura 10.3: Panel PL0765..... | 21 |
| Figura 10.4: Armadura del Panel PL0765..... | 22 |
| Figura 10.5: Detalle Armadura Panel PL0765..... | 23 |
| Figura 10.6: Detalle Armadura Nervio Transversal Panel PL0765..... | 23 |
| Figura 10.7: Detalle Armadura Nervio Longitudinal Panel PL0765..... | 23 |
| Figura 10.8. Sección Panel PL0765..... | 24 |
| Figura 10.9: Montaje Panel..... | 26 |
| Figura 10.10: Detalle Cable CEE..... | 27 |
| Figura 10.11: Detalle Inserto Metálico..... | 27 |
| Figura 10.12: Materialización de Junta..... | 28 |
| Figura 10.13: Detalle Junta..... | 30 |
| Figura 12.1: Geometría Panel PL153..... | 34 |
| Figura 12.2: Detalle Panel PL153..... | 35 |
| Figura 12.3: Esquema Dispositivo para Ensayo de Carga Excéntrica IRAM 11.585... | 36 |
| Figura 12.4: Esquema Dispositivo para Ensayo de Carga Excéntrica IRAM 11.585... | 36 |

| | |
|---|----|
| Figura 12.5: Detalle Dispositivo para Ensayo de Carga Excéntrica IRAM 11.585..... | 37 |
| Figura 12.6: Esquema Dispositivo para Ensayo de Compresión Simple IRAM 11.588..... | 38 |
| Figura 12.7: Detalle Dispositivo para Ensayo de Compresión Simple IRAM 11.588..... | 39 |
| Figura 12.8: Planta Vivienda ECO..... | 42 |
| Figura 12.9: Esquema Dispositivo para Ensayo de Impacto de Bola de Acero IRAM 11.595..... | 43 |
| Figura 12.10: Detalle Impacto Bola de Acero en Panel PL153..... | 45 |
| Figura 12.11: Esquema Dispositivo para Ensayo de Impacto Blando en Panel IRAM 11.596..... | 47 |
| Figura 12.12: Detalle Impacto Blando en Panel PL153..... | 49 |
| Figura 12.13: Geometría Panel PL0765..... | 50 |
| Figura 12.14: Detalle Panel PL0765..... | 51 |
| Figura 12.15: Detalle Armado de Paneles PL0765 en Dispositivo..... | 52 |
| Figura 12.16: Detalle Planchuela de unión en PL0765..... | 53 |
| Figura 12.17: Detalle de Unión de Hierros en PL0765..... | 53 |
| Figura 12.18: Detalle Ensayo de Impacto Blando en Junta IRAM 11.596..... | 55 |
| Figura 12.19: Detalle Cara Posterior Paneles en Ensayo Impacto Blando en Junta IRAM 11.596..... | 55 |
| Figura 12.20: Detalle Dispositivo para medir Deflexiones en Ensayo de Impacto Blando en Junta IRAM 11.596..... | 56 |
| Figura 12.21: Esquema Dispositivo para Ensayo de Resistencia a la Penetración de Agua en Junta ASTM E 514..... | 58 |
| Figura 12.22: Detalle de Puente en Junta..... | 59 |
| Figura 12.23: Detalle Dispositivo para Ensayo de Resistencia a la Penetración de Agua en Junta ASTM E 514..... | 60 |
| Figura 12.24: Detalle de Linmímetro..... | 61 |
| Figura 12.25: Detalle de Cámara de Presión para Ensayo de Resistencia a la Penetración de Agua en Junta ASTM E 514..... | 62 |

5- ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 12.1: Ensayo Compresión Simple IRAM 11.588..... | 41 |
| Tabla 12.2: Ensayo Impacto de Bola de Acero IRAM 11.595..... | 45 |
| Tabla 12.3: Ensayo Impacto Blando en Panel PL153 IRAM 11.596..... | 49 |
| Tabla 12.4: Ensayo Impacto Blando en Junta IRAM 11.596..... | 58 |

6- INTRODUCCIÓN

El presente informe consiste en la exposición de los trabajos correspondientes a la última asignatura de la carrera de Ing. Civil, los cuales fueron ejecutados en el Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Cs. Exactas Físicas y Naturales de la UNC.

A pedido de la Empresa Pretensados San Luis S.L.R. se realizaron distintos ensayos con el fin de obtener, para su sistema constructivo no convencional, el Certificado de Aptitud Técnica (C.A.T.), que otorga la Dirección de Tecnología y Producción de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación.

Los ensayos solicitados por este ente estarán detallados en el presente informe, los cuales fueron realizados en el Laboratorio de Estructuras.

Se explica de forma informativa los ensayos realizados en los paneles en el año 2014 y de forma explícita y minuciosa, los dos ensayos realizados a la junta de los paneles de hormigón, que son partes componentes de la Vivienda Eco (diseñada por la empresa Pretensados San Luis S.R.L.), los cuales fueron: Impacto Blando en junta (IRAM 11596) y Resistencia a la Penetración al Aire y Agua en la junta (ASTM – E 514).

7- OBJETIVOS Y PLAN DE ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

El objetivo de la Práctica Supervisada fue desarrollar e implementar dos de los ensayos solicitados, como la información técnica necesaria, para poder obtener el C.A.T (Certificado de Aptitud Técnica), para un sistema de construcción de viviendas desarrollado con paneles de hormigón armado, elaborados por la Empresa Pretensados San Luis S.R.L. Los ensayos a ejecutar fueron de Impacto Blando en junta (IRAM 11.596) y de la Resistencia a la Penetración al Agua en la junta de unión entre paneles (ASTM – E 514).

Para ello se fue trabajando de forma conjunta con el Ing. Timoteo Gordillo, quien es asesor técnico externo de la empresa solicitante de los ensayos, Pretensados San Luis S.R.L.

Los demás ensayos que se solicitaron para ser presentados y así obtener el C.A.T. fueron realizados con antelación en el Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Cs. Exactas, Físicas y Naturales en el año 2014.

Objetivos de la Práctica Supervisada

Se han planteado para el desarrollo de la presente Práctica Supervisada los siguientes objetivos personales, profesionales y del trabajo en particular a realizar:

Objetivos Personales y Profesionales

- ✓ Aplicar y profundizar conceptos adquiridos durante el cursado de la carrera de Ingeniería Civil.
- ✓ Lograr una interacción permanente con un grupo de profesionales dedicados a la tecnología de los materiales de construcción.
- ✓ Adquirir experiencia necesaria para poder detectar ciertos errores y tomar decisiones en el desarrollo de trabajo de investigación.
- ✓ Aprender y profundizar conocimientos en la utilización de instrumentos y sistemas de medición.
- ✓ Estudiar, analizar e interpretar normas y especificaciones técnicas.
- ✓ Comprender las responsabilidades que conlleva el desarrollo de una actividad.
- ✓ Lograr plasmar todos los resultados y consideraciones en un informe técnico, y transmitirlos a los profesionales solicitantes.

Objetivos Generales

- ✓ Obtención y análisis de los resultados de los ensayos de Impacto Blando realizado en la junta de los paneles de hormigón armado y del ensayo de Resistencia a la Penetración al agua en la junta de dichos paneles.

Objetivos Específicos

- ✓ Análisis de antecedentes de los paneles de hormigón armado.
- ✓ Estudio de los detalles constructivos de los paneles de hormigón armado.
- ✓ Estudio de los materiales y características físicas de los elementos usados en la materialización de la junta.
- ✓ Estudio detallado de los dos ensayos a realizar, como la interpretación de los resultados.
- ✓ Ejecución, seguimiento e implementación de los ensayos a realizar.

Plan de Actividades

Las tareas a realizar son las siguientes:

- Reconocimiento del Laboratorio de Estructuras, y manejo del instrumental para la investigación y desarrollo de ensayos.
- Relevamiento de la Información existente en la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y entrevista con los profesionales encargados de estudiar las solicitudes.
- Realización del listado de los ensayos mínimos exigidos y las pautas para la presentación de la documentación técnica, a fin de obtener el C.A.T.
- Con la información proporcionada por la empresa Pretensados San Luis S.R.L., se procederá a ordenar todo los antecedentes del sistema constructivo, donde se detallan los materiales y métodos constructivos empleados.
- Realizar estudio de la normativa vigente y de los ensayos similares ya realizados en el Laboratorio.
- Realizar un plan de trabajo de los dos ensayos a realizar y verificar sus resultados.

- Evaluar la forma de realizar la unión entre los paneles de acuerdo a la técnica utilizada por la empresa que construye dichos paneles.
- Analizar los ensayos ya antes realizados sobre estos paneles que fueron:
 - ✓ IRAM 11.595: Choque duro con Bola de Acero.
 - ✓ IRAM 11.588: Compresión Simple.
 - ✓ IRAM 11.596: Choque Blando.
 - ✓ IRAM 11.585: Carga Excéntrica.
- Realizar los siguientes ensayos en la junta de los paneles:
 - ✓ IRAM 11.596: Choque Blando en la junta.
 - ✓ ASTM – E 514: Método de Prueba Estándar para la penetración de agua y fugas a través de la junta.
- Analizar los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos realizados y arribar a conclusiones, para ser transmitidos a los profesionales solicitantes.
- Discusión y elaboración de conclusiones y recomendaciones.
- Elaboración del informe final de la Práctica Supervisada.

8- LUGAR DE DESARROLLO DE LA PS Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA PRETENSADOS SAN LUIS S.R.L.

La Práctica Supervisada se realizó conforme a la asignatura del mismo nombre, desarrollándose las tareas concernientes en el Laboratorio de Estructura de la Fac. de Cs. Exactas, Físicas y Naturales.

Se desarrollaron tareas de oficina, que incluyeron programación de ensayos, registro de datos, análisis de los resultados obtenidos y elaboración de los informes para el cliente como así también conclusiones.

Las actividades que se realizaron en el playón de Laboratorio fueron asistidas por el Sr. Marcelo Tissera, bajo la supervisión de la Inga. Patricia Irico, quien indicó aspectos técnicos a tener en cuenta a la hora de la realización de los Ensayos de Impacto Blando y de Resistencia a la Penetración de Agua en la junta de los paneles que se detallarán más adelante.

Laboratorio de Estructuras de la Fac. de Cs. Exactas, Físicas y Naturales

El Laboratorio de Estructuras se ubica en la Ciudad de Córdoba, en la Av. Vélez Sarsfield 1611.

Este laboratorio, que depende del Departamento de Estructuras de la Facultad de Cs. Exactas, Físicas y Naturales, tiene como fin la realización de investigaciones y ensayos sobre materiales de la construcción en general, sirviendo como centro vinculante entre la Universidad y terceros.

Las funciones del mismo son:

- Asistir a las áreas de docencia, investigación y servicios a terceros en la ejecución de trabajos experimentales y de aplicación de teorías conocidas.
- Capacitar y aconsejar a docentes e investigadores en el manejo de técnicas experimentales.
- Formar profesionalmente a estudiantes de ingeniería a través de un régimen de becas rentadas.
- Intercambiar información y experiencias con Laboratorios de otras partes del País, para fomentar el desarrollo de técnicas experimentales.

Cabe destacar que este Laboratorio es uno de los autorizados a nivel nacional, para ejecutar los ensayos solicitados por la Dirección de Tecnología y Producción de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación, a fin de otorgar al solicitante el Certificado de Aptitud Técnica (C.A.T.).

Empresa Pretensados San Luis S.R.L.

Pretensados San Luis S.R.L. está ubicada en Ruta 7 Km 789.5, San Luis.



Figura 8.1. Ubicación Planta de Empresa Pretensados San Luis S.R.L.

La empresa cuenta con una fábrica donde se producen elementos constructivos para Obras Viales, de Ingeniería, Industriales y Particulares de todas las dimensiones y aplicaciones, desde los cimientos hasta la cubierta de techos.

Los sistemas constructivos que ofrece son conjuntos de elementos premoldeados de hormigón armado, diseñados y concebidos para resolver situaciones constructivas específicas.

Los productos son:

- Productos estándar y rurales:
 - Comederos Feed Lot.
 - Postes.
 - Placas de Cierre.



Figura 8.2. Producción Estándar y Rurales.

- Estructuras para obras viales e Hidráulicas:
 - Vigas-Puente.
 - Cobertizos.
 - Desagües Pluviales.
 - Caños Pluviales.



Figura 8.3. Estructuras para Obras Viales e Hidráulicas.

- Cubiertas de Techo:
 - Losas Alveolares.
 - Pre-Losas.



Figura 8.4. Cubiertas de Techo.

- Entrepisos (grandes cargas).

- Edificación en Altura:
 - Viguetas.
 - Sistemas de cerramiento en Altura.



Figura 8.5. Edificaciones en Altura.

Se pueden destacar las siguientes obras donde participó la Empresa:

- *Puentes autopista de las serranías puntanas, sobre Ruta Nac. N° 7 (2002).*
- *Cobertizo DNV sobre Ruta Nac. N° 7, Punta de Vaca, Mendoza (2005).*
- *Cisterna planta potabilizadora de San Luis 4.000 m³ (2008).*
- *Puente sobre Río Chubut en Rawson, utilizando sistema de lanzamiento de vigas PSL registrado (2006).*
- *Pasarela del Potrero de los Funes de 30 mts (2008).*
- *Estadio provincial de fútbol, capacidad 15.000 personas (2003).*

9- CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA ECO

La Empresa Pretensados San Luis S.R.L. posee un sistema constructivo no tradicional abierto llamado Vivienda Eco, que consiste en paneles de hormigón armado pesados vinculado entre sí, destinado a la construcción de viviendas de una planta y cuyos componentes básicos son producidos en fábrica fija.

Este sistema de paneles premoldeados de hormigón armado tiene como gran ventaja la de acortar tiempos de ejecución y posterior montaje, debido a que permite la construcción en simultáneo de varias viviendas, aún con poca mano de obra, ya que las piezas son descargadas y montadas con ayuda de una hidrogrua sin mayores dificultades.

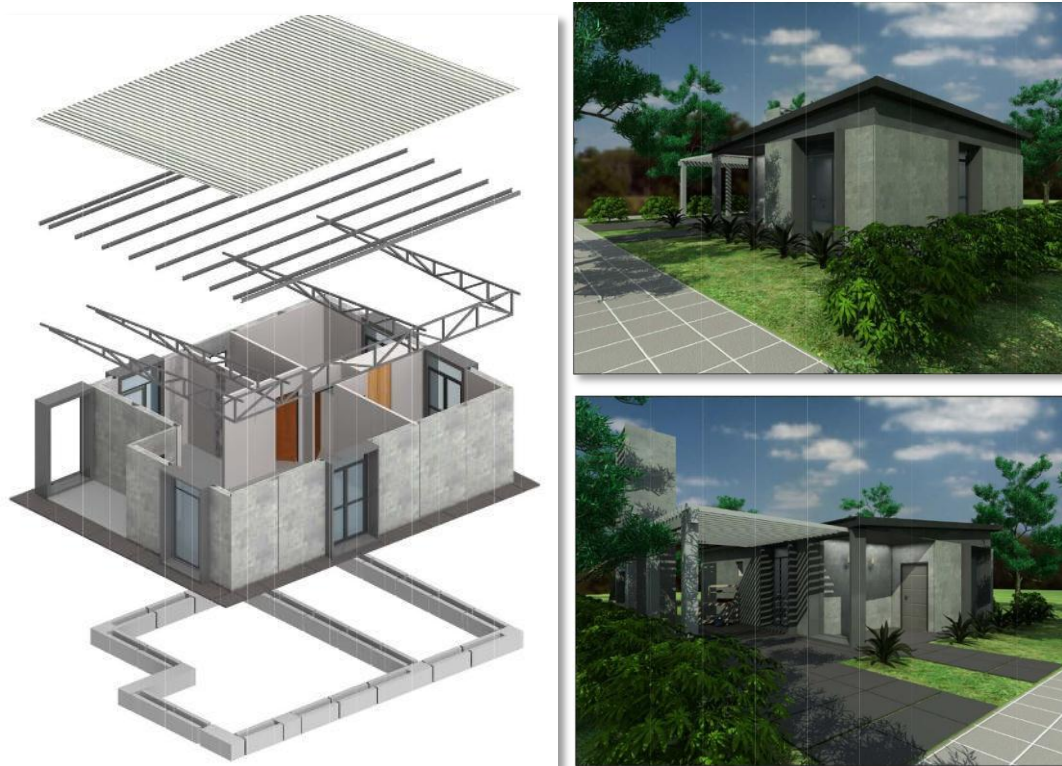


Figura 9.1. Vivienda ECO.

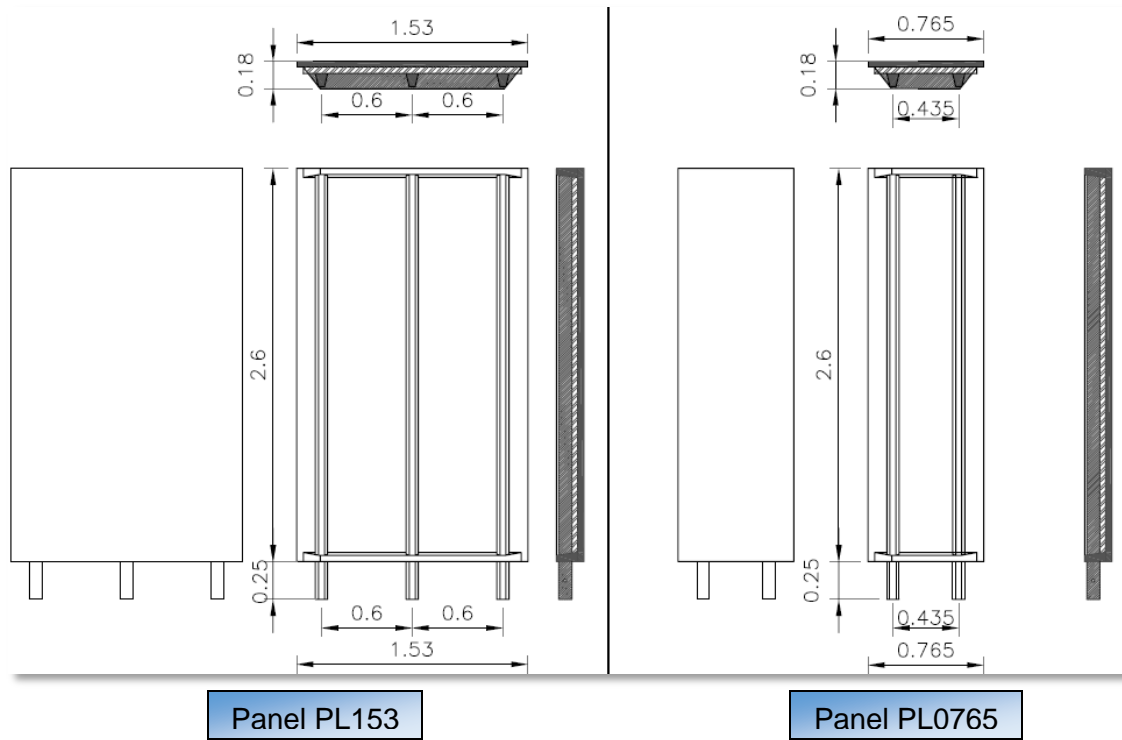


Figura 9.3. Paneles PL153 y PL0765.

Los paneles que se ensayaron son el de denominación PL153 y el PL0765, cuyas dimensiones se detallan en la Figura 9.3.

10- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PANELES

Los Paneles evaluados corresponden a la denominación “Panel Exterior de cerramiento tipo costilla: PL0765” que consisten en paneles premoldeados de hormigón armado, con buñas de unión (enmarcado de juntas) selladas.

Geometría y Composición de los Paneles

Los Paneles ensayados están compuestos por el panel propiamente dicho de unos 4 cm de espesor y rigidizado por nervios perpendiculares y transversales. (Ver Figura 10.1)

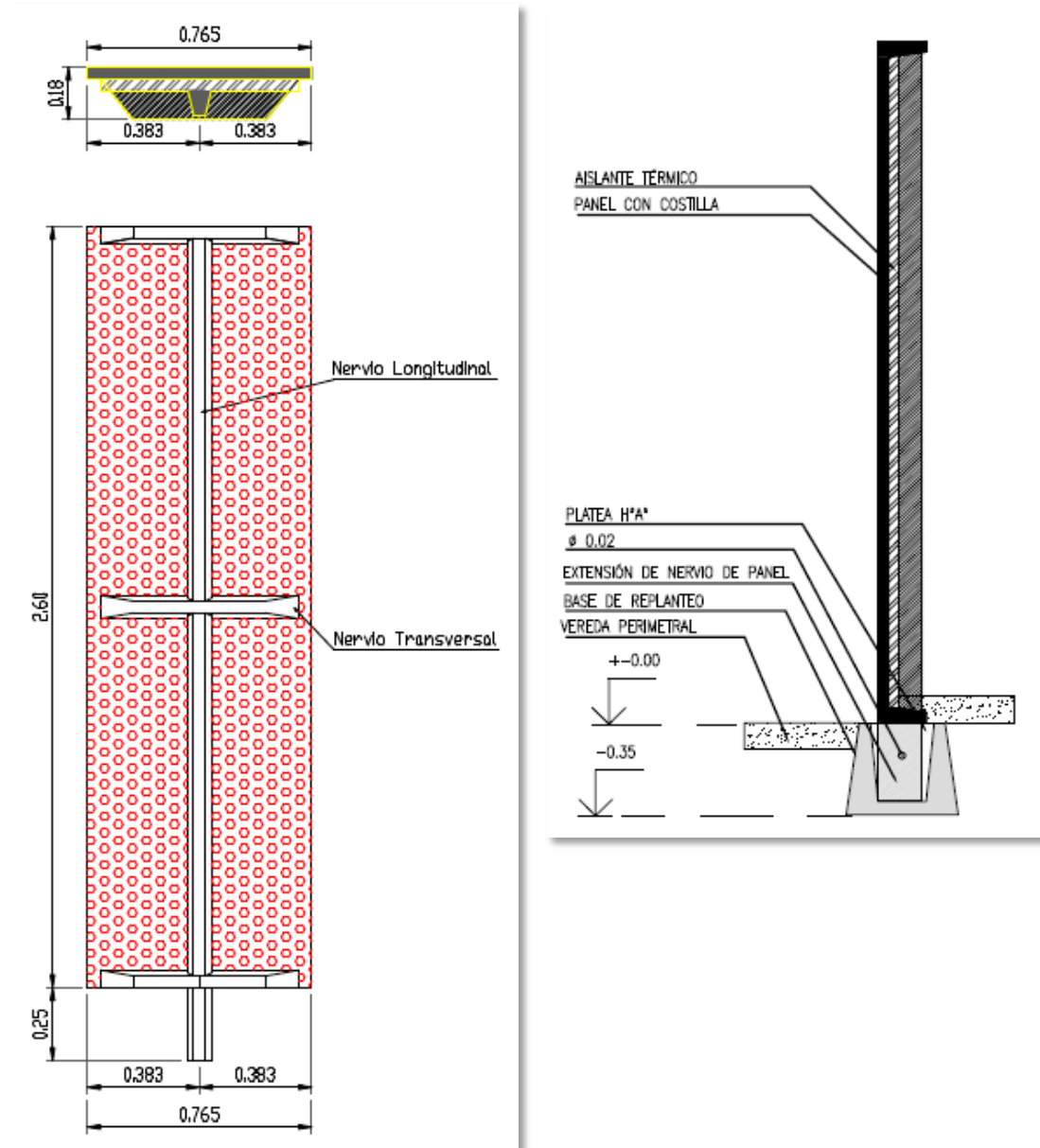


Figura 10.1. Geometría Panel PL0765.

En su cara interior, están revestidos con poliestireno expandido, lo cual le confiere aislamiento térmico y acústico. (Ver Figuras 10.2 y 10.3)



Figura 10.2. Panel PL0765.

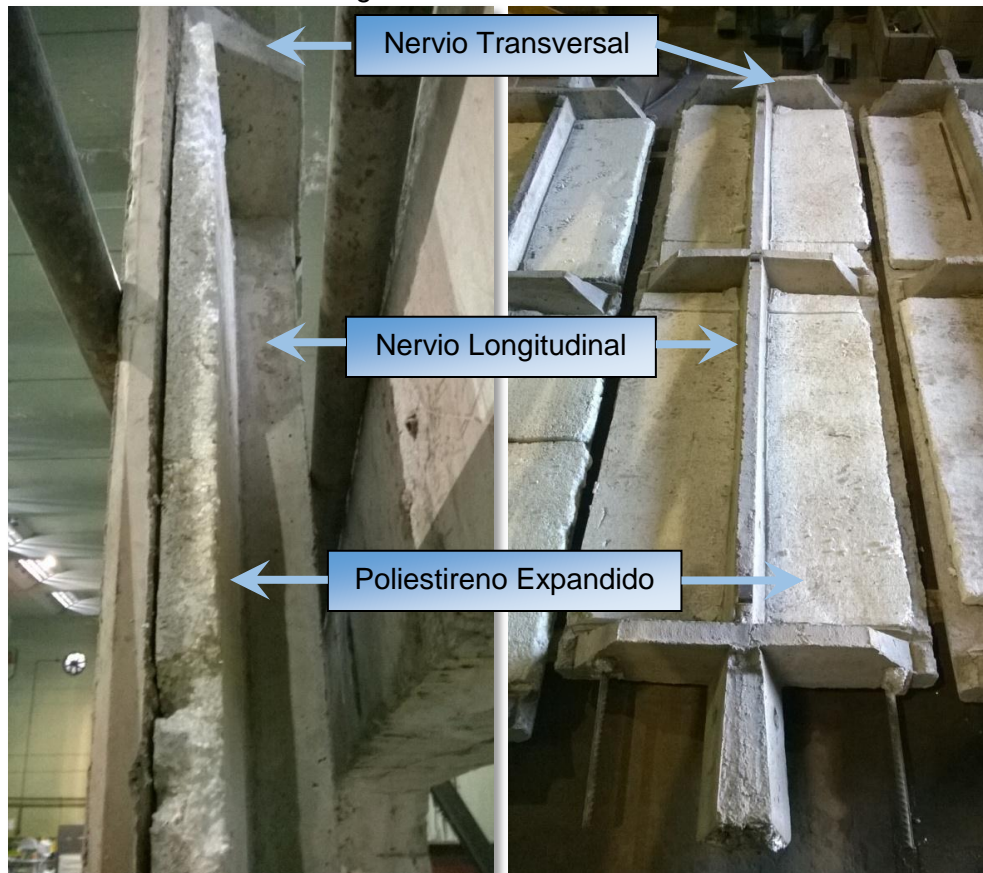


Figura 10.3. Panel PL0765.

La armadura de los Paneles está compuesta por una malla cuadriculada de 15cm x 15cm con \varnothing 4,2 mm y los nervios compuestos por tres hierros de \varnothing 6,00 mm y estribos de \varnothing 4,2 mm. Detalle en Figura 10.4.

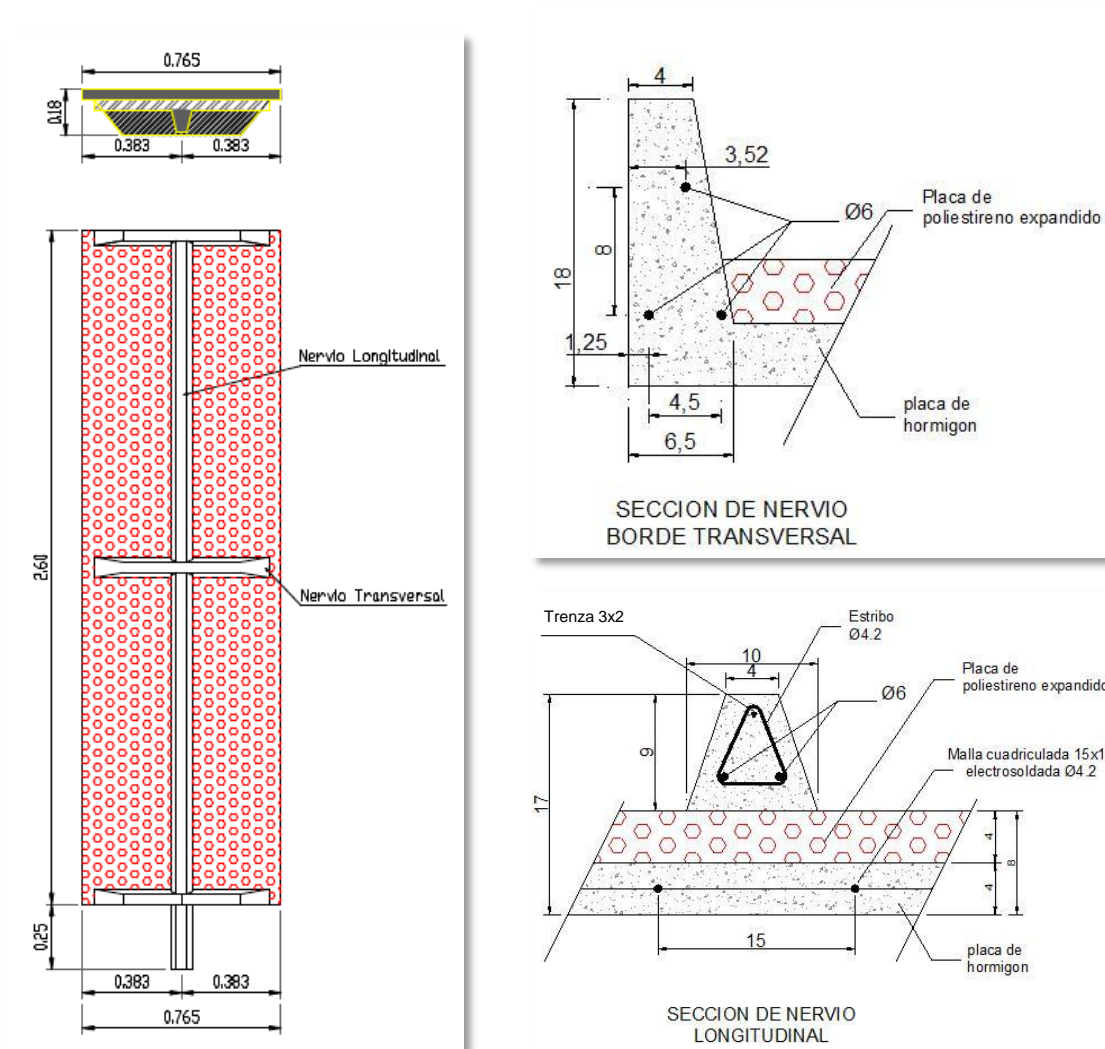


Figura 10.4. Armadura del Panel PL0765.

De acuerdo al reglamento CIRSOC 201, los paneles cumplen con la cuantía mínima de armadura, a fin de asegurar la integridad estructural de los mismos.



Figura 10.5. Detalle Armadura Panel PL0765.

Se verificó en laboratorio la armadura del Panel, que se evidencia en la Figura 10.5, donde se observa la armadura del panel, siendo ésta una malla de 15 cm x 15 cm electrosoldada con hierros \varnothing 4,2 mm.



Figura 10.6. Detalle Armadura Nervio Transversal Panel PL0765.



Figura 10.7. Detalle Nervio Longitudinal Panel PL0765.

En la Figura 10.6 se observa la armadura del nervio transversal, donde se evidencian tres hierros \varnothing 6,0 mm y estribo de \varnothing 4,2 mm, y en la Figura 10.7 se observa la armadura de un nervio longitudinal con 3 hierros de \varnothing 6,0 mm.

Se especifica en el reglamento CIRSOC 201 (Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón), Capítulo 14: Tabiques, punto 14.3:

✚ La cuantía mínima de la **armadura vertical** referida a la sección total o bruta de hormigón, ρ_l , debe ser:

a) **0,0012** para mallas de acero soldadas de alambres lisos o conformados con **db ≤ 16 mm**.

✚ La cuantía mínima de la **armadura horizontal** referida a la sección total o bruta del hormigón, ρ_t , debe ser:

b) **0,0020** para mallas de acero soldadas de alambres lisos o conformados con **db ≤ 16 mm**.

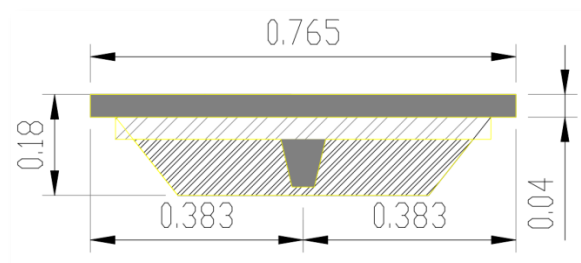


Figura 10.8. Sección Panel PL0765 (medidas en cm).

La verificación de la cuantía en el panel es la siguiente (Ver Figura 10.8):

Haciendo uso de lo establecido por reglamento, la cuantía mínima en la armadura vertical debe ser:

$$\rho = 0,0012 = 1,2 \text{ ‰} \quad (1)$$

esto implica que, según el Área Transversal del panel que es:

$$A_g = (0,765) \times (0,04) = 0,0306 \text{ m}^2 = 306 \text{ cm}^2 \quad (2)$$

se debe tener un Área de Acero mínima de:

$$A_s = \rho \times A_g = 0,0012 \times 306 \text{ cm}^2 = 0,3672 \text{ cm}^2 \approx 0,367 \text{ cm}^2 \quad (3)$$

Con la armadura que tiene el panel en donde se encuentran pelos de $\varnothing = 4,2 \text{ mm}$ cada 15 cm, se obtiene un Área de Acero de:

$$A_s = 6 \times \left(\frac{(0,42 \text{ cm})^2}{4} \times \pi \right) = 0,83 \text{ cm}^2 \quad (4)$$

Con lo cual se verifica la restricción de la cuantía $\rho = 0,0012$

Para el caso de los nervios, haciendo uso de lo especificado en el CIRSOC 201, Capítulo 10, punto 10.5; armadura en elementos solicitados a flexión:

- El área A_s adoptada en cada sección de un **elemento solicitado a flexión**, en el que se **requiera por cálculo armadura de tracción**, con excepción de los casos definidos en los artículos 10.5.2., 10.5.3. y 10.5.4., debe ser como mínimo:

$$A_{smin} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 f_y} \times (b_w \times d) \quad (5)$$

Siendo:

- A_{smin} : área mínima de la armadura a flexión, en mm^2 .
- f'_c : resistencia especificada a la compresión del hormigón, en MPa.
- f_y : tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal no tesa (corresponde al límite de fluencia de la norma IRAM-IAS), en MPa.
- b_w : ancho del alma de un elemento con alas o diámetro de una sección circular, en mm.
- d : distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal traccionada, no tesa, (altura útil), en mm.

Con lo cual se deduce que, teniendo el hormigón de los nervios, una resistencia característica del hormigón de 21 Mpa, se obtiene una cuantía $\rho = A_s / b d = 0.0027 \approx 0.003$.

Luego, la verificación es la siguiente (Ver Figura 10.4):

Haciendo uso de lo establecido por reglamento, la cuantía mínima en la armadura vertical debe ser:

$$\rho = 0,003 = 3 \text{ ‰} \quad (6)$$

esto implica que, según el Área Transversal del Nervio que es:

$$A_g = \frac{(10+4) \times 9}{2} = 63 \text{ cm}^2 \quad (7)$$

se debe tener un Área de Acero mínima de:

$$A_s = \rho \times A_g = 0,003 \times 63 \text{ cm}^2 = 0,189 \text{ cm}^2 \quad (8)$$

Teniendo en cuenta que los nervios tienen tres pelos de $\phi = 6,0 \text{ mm}$, se obtiene un área de Acero de:

$$A_s = 3 \times \left(\frac{(0,6 \text{ cm})^2}{4} \times \pi \right) = 0,848 \text{ cm}^2 \quad (9)$$

Con lo cual se vuelve a verificar la restricción de la cuantía $\rho = 0,003$

El objeto de esta verificación es, como se dijo anteriormente, corroborar la integridad estructural de todo el panel.

Montaje de los Paneles

Los Paneles en obra son montados con hidrogruas, ya como se mencionó anteriormente, permitiendo un ensamble de los mismo de forma rápida y eficiente.

Se debe tener en cuenta que la fundación de estos paneles es una platea de hormigón armado insitu de forma tradicional utilizando como base y encofrado del hormigón, piezas premoldeadas, como la siguiente:

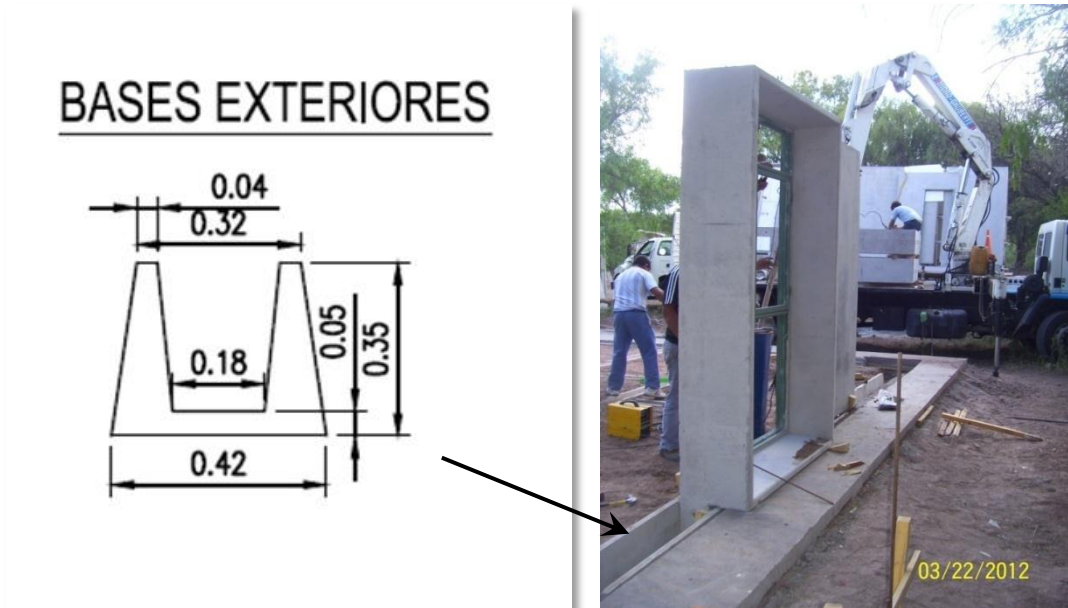


Figura 10.9. Montaje Panel.

El montaje de los paneles queda materializado de la siguiente forma:

En la parte inferior, se calzan las extensiones de los nervios verticales (dos por panel PL153) en bases tipo canal premoldeadas de hormigón armado (Figura 10.9), y se “cosen” o vinculan estos paneles mediante un cable tipo cordón engrasado y embutido designación CEE 1900 grado 270 de Acindar, que pasa por orificios especialmente ejecutados en la etapa de premoldeado. Posteriormente se cuela hormigón calidad H21 en el canal de fundación, logrando un monolitismo de los paneles en ambas direcciones (X e Y). (Ver Figura 10.10)

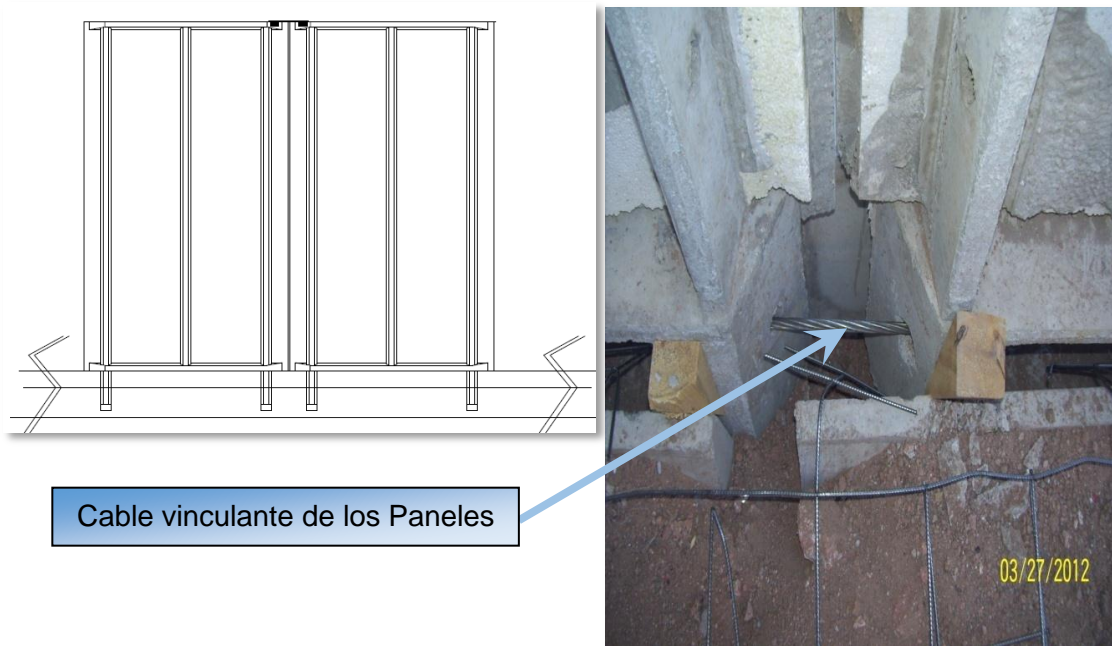


Figura 10.10. Detalle Cable CEE.

En su parte superior, los paneles son unidos entre sí por un inserto metálico (perfil L) empotrado en los paneles al momento de su fabricación, en donde por medio de soldadura se vincula al panel adyacente mediante una planchuela de 1 ½ pulgadas de largo por 1/8 pulgadas de ancho. (Ver Figura 10.11)

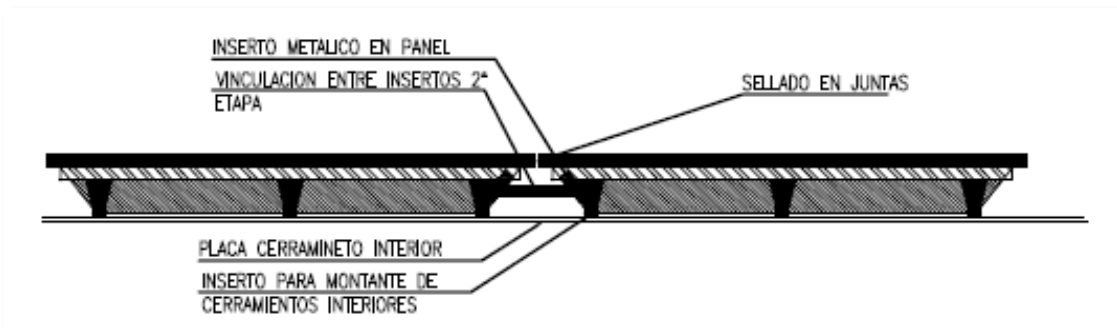


Figura 10.11. Detalle Inserto Metálico.

El sistema de techos es una estructura metálica reticulada liviana que apoya y se vincula a los paneles mediante sus insertos metálicos.

Materialización de la Junta

La junta se realiza colocando una banda de espuma de poliuretano (goma espuma) a presión entre ambos bordes de los paneles, que están separados 1 cm, y luego de haberla ubicado entre ellos asegurando que no haya vacíos, se procede a aplicar el producto sellador elástico adherente al Hormigón Masimex Acrí (Quimex) por fuera y luego por dentro con ayuda de una espátula. Posteriormente se le da una terminación con un pincel húmedo a modo de alisarlo y evitar que queden poros en el sellador.



Separación entre Paneles: 1 cm



Junta materializada

Figura 10.12. Materialización de Junta.

El objetivo de la junta es lograr la vinculación de los paneles, evitando infiltración de agua y polvo, confiriendo además aislación térmica e ignífuga provista por la goma espuma.

La **espuma de poliuretano**, o goma espuma, es un material flexible y poroso con propiedades mecánicas particulares que le otorgan características de múltiple aplicación

en la industria. Es un material sumamente versátil que se puede utilizar en una extensa gama de aplicaciones.

Se forma básicamente por la reacción química de dos compuestos, un poliol y un isocianato, aunque su formulación necesita y admite múltiples variantes y aditivos. Dicha reacción libera dióxido de carbono, gas que va formando las burbujas.

Propiedades principales

- a) Posee un coeficiente de transmisión de calor muy bajo, mejor que el de los aislantes tradicionales, lo cual permite usar espesores mucho menores en aislaciones equivalentes.
- b) Mediante equipos apropiados se realiza su aplicación "in situ" lo cual permite una rápida ejecución de la obra consiguiéndose una capa de aislación continua, sin juntas ni puentes térmicos.
- c) Su duración, debidamente protegida, es indefinida.
- d) Tiene una excelente adherencia a los materiales normalmente usados en la construcción sin necesidad de adherentes de ninguna especie.
- e) Tiene una alta resistencia a la absorción de agua.
- f) Muy buena estabilidad dimensional entre rangos de temperatura desde $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- g) Refuerza y protege a la superficie aislada.
- h) Dificulta el crecimiento de hongos y bacterias.
- i) Tiene muy buena resistencia al ataque de ácidos, álcalis, agua dulce y salada, hidrocarburos, etc.

Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas dependen de la medida de su peso volumétrico, a medida que este aumenta, aumenta su propiedad de resistencia. Los pesos volumétricos más usuales se hallan comprendidos entre 30 y 100 kg/m^3 , dentro de estos límites se obtienen los siguientes valores:

- a) Resistencia a la tracción entre 3 y 10 (Kp/cm^2)
- b) Resistencia a la compresión entre 1,5 y 9 (Kp/cm^2)
- c) Resistencia al cizallamiento entre 1 y 5 (Kp/cm^2)
- d) Módulo de elasticidad entre 40 y 200 (Kp/cm^2)

Por otra parte, el **material sellador** elástico Masimex Acri, de la marca Quimex, es un sellador de gran elasticidad y memoria de aplicación en frío. Se adhiere sobre cualquier superficie y no envejece a la intemperie. Se usa para sellar juntas de hormigón, ladrillo, yeso, estructuras prefabricadas, ventanas, puertas, tuberías, etc.

Se observó que la consistencia del producto en el momento de aplicación fue similar al de una masilla plástica, cual enduido plástico, lo que hizo muy fácil su aplicación. Para dar una terminación uniforme y libre de poros en la superficie se repasó la junta con un pincel húmedo con agua. Posteriormente se dejó secar 8 días a temperatura ambiente.



Junta Terminada. Cara Frontal.



Junta Terminada. Cara Posterior.

Figura 10.13. Detalle Junta.

11- EXPLICACIÓN DEL C.A.T. (CERTIFICADO DE APTITUD TÉCNICA)

Introducción

Como se mencionó anteriormente, la Empresa Pretensados San Luis S.R.L. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Facultad que se realizaran a sus paneles distintos ensayos con el fin de obtener, para su sistema constructivo no convencional, el Certificado de Aptitud Técnica, que otorga la Dirección de Tecnología y Producción de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación.

Es por eso conveniente explicar en qué consiste el Certificado de aptitud Técnica, desde ahora C.A.T., a fin de entender el objetivo de su obtención por la empresa solicitante.

Concepto

Se puede definir al C.A.T. como el documento que otorga la Secretaría de Vivienda en el que se certifica que se ha hecho una evaluación técnica favorable de un material, elemento o sistema constructivo.

Los Certificados de Aptitud Técnica tienen su origen en la necesidad de regular, clasificar y aprobar aquellos “sistemas constructivos no tradicionales” que se implementan en planes de vivienda social, o en toda construcción financiada con fondos estatales.

Ahora, según la Secretaria de Vivienda, “Sistema Constructivo”, es un “Conjunto integral de materiales y elementos constructivos combinados según determinadas reglas tecnológicas para conformar una obra completa”. Aquí se puede diferenciar:

- Sistema Constructivo Tradicional: es el de uso más difundido en cada País con Reglamentos y Normas que regulan su empleo. La construcción se realiza mediante materiales y prácticas predominantes. Se rige por normas prescriptivas.
- Sistema Constructivo No Tradicional: aquel que se distingue por materiales novedosos o técnicas poco conocidas. La construcción se realiza con materiales o componentes no tradicionales, o mediante procedimientos innovadores o de prefabricación, o que no cuentan con normas prescriptivas.

El Reglamento INPRES - CIRSOC 103 establece que: los “*Sistemas Constructivos No Tradicionales*” son aquellos que utilizan componentes estructurales prefabricadas o premoldeadas que cumplan funciones resistentes tales como bases, columnas, vigas y/o paneles horizontales o verticales de construcción húmeda o seca del tipo homogéneo o multicapa.

Es importante citar un fragmento de la resolución N° 288/90 de la Subsecretaría de Vivienda y Desarrollo Ambiental; con fecha 17 de septiembre de 1990: *“Este reglamento oficial establece el alcance del CAT en relación a su definición, requerimientos para su solicitud y su concesión, usos, renovaciones; entre otros puntos. En el capítulo IV “Necesidad del certificado de aptitud técnica” se establece que: “Todo material, elemento o sistema constructivo “no tradicional” a utilizarse en cualquiera de los planes de construcción que se realicen en el ámbito de la S.V.O.A. (Secretaría de Vivienda y Ordenamiento Ambiental) o con fondos suministrados por ella, deberá contar como condición ineludible, con su correspondiente C.A.T. otorgado. Constituyendo el C.A.T. condición necesaria para acceder a los planes de construcción con fondos oficiales, la S.V.O.A., los Institutos Provinciales de Vivienda, el I.P.V. (Instituto Provincial de Vivienda) del Territorio Nacional de Tierra del Fuego y la Comisión Municipal de la Vivienda de la Ciudad de Buenos Aires deberán prever que en los pliegos de condiciones de sus operatorias se posibilite la utilización de materiales, elemento y sistemas “no tradicionales”.*

Independientemente de que la exigencia del C.A.T. deba limitarse al sector de la vivienda social, muchos municipios de nuestro país exigen la presentación de este certificado para aprobar un proyecto, ya sea particular o privado.

En el punto 4.2.1.6: Elementos y Sistemas Constructivos no tradicionales, en la publicación “Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social”, del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Secretaría de Obras Públicas, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda se establece lo siguiente: *“En todos los casos se exigirá que el elemento o sistema constructivo no tradicional cuente con el Certificado de Aptitud Técnica (C.A.T.) que otorga la Dirección de Tecnología y Producción de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. Allí constan los resultados de los ensayos: generalmente compresión (en paneles portantes), flexión (en paneles de entepiso y de techo), choque duro y blando y carga excéntrica. Se indican también los reglamentos y normas a aplicar en la verificación estructural.*

En el caso de zonas sísmicas el elemento o sistema constructivo deberá contar además con el Certificado de Aptitud Sismorresistente otorgado por el INPRES. Tanto el C.A.T. como el Certificado del INPRES deberán encontrarse vigentes a la fecha de contratación de los trabajos.”

En el punto 7.10: Ensayos, del Instructivo para la tramitación del C.A.T., se establece lo siguiente: *“Si bien en el caso de cada sistema constructivo en particular la Dirección de Tecnología e Industrialización determinará los ensayos a realizar, se consignan seguidamente los más frecuentes :*

- a) *Paneles de muro exterior portante*
 - *Compresión Norma IRAM N° 11588*
 - *Choque blando Norma IRAM N° 11596*
 - *Choque duro Norma IRAM N° 11595*
 - *Choque blando en juntas Norma IRAM N° 11596*
 - *Carga excéntrica Norma IRAM N° 11585*

- *Estanqueidad de juntas al agua y al aire (Norma IRAM Nº 11591 y 11523)*

En todos los casos los resultados de estos ensayos deberán cumplimentar los requisitos estructurales establecidos en la Norma IRAM Nº 11585.

b) Paneles de muro exterior de cerramiento (no portante):

- *Deberán realizarse los mismos ensayos que para paneles portantes, excepto el de compresión. Deberán cumplimentar los requisitos de la Norma IRAM Nº 11585*

c) Paneles de entrepiso y/o techo:

- *Flexión (por analogía) Norma IRAM Nº 11598*

d) Paneles de entrepiso:

- *Choque blando con probeta horizontal. Norma IRAM Nº 11596*

Los ensayos deberán realizarse en laboratorios oficiales de organismos de investigaciones, universidades, etc y privados autorizados.

En el Anexo I, se adjunta el “Instructivo para la tramitación del C.A.T., de un elemento o sistema constructivo”.

12- ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS (FCEFYN – UNC)

De acuerdo a lo establecido en el Instructivo para la tramitación del C.A.T., la Dirección de Tecnología e Industrialización determinó que los ensayos a realizarse en los paneles son:

- ✓ IRAM 11.585: Carga Excéntrica.
- ✓ IRAM 11.588: Compresión Simple.
- ✓ IRAM 11.595: Resistencia al impacto de la Bola de Acero.
- ✓ IRAM 11.596: Impacto Blando.

Estos ensayos, realizados en este Laboratorio, fueron efectuados solamente en los paneles que proveyó en el mes de Julio del año 2014, la Empresa Pretensados San Luis S.R.L.

En este apartado se mencionarán cuales fueron los resultados de cada uno de ellos en carácter informativo.

Primero se mencionarán las **características geométricas y composición** de éstos paneles evaluados con denominación PL153.

Estos son Paneles de H⁰A⁰ portantes pesados, reforzados con Nervios Transversales y Longitudinales. (Ver Figuras 12.1 y 12.2)

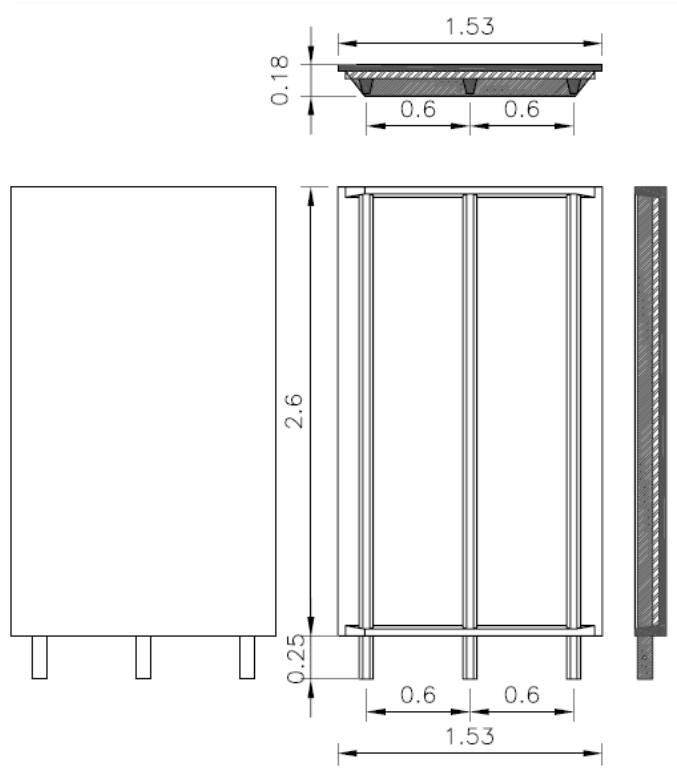


Figura 12.1. Geometría Panel PL153.

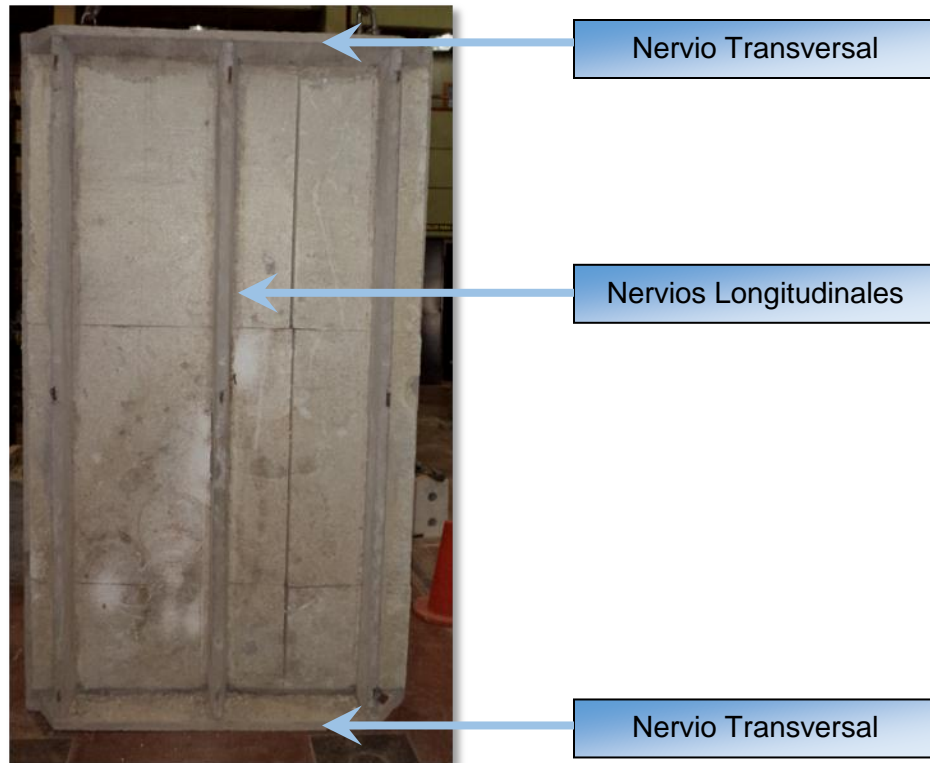


Figura 12.2. Detalle Panel PL153

Antes de abordar cada uno de los ensayos es conveniente mencionar ciertos conceptos que serán usados en cada una de las explicaciones referentes a cada ensayo.

Objeto de los ensayos:

Establecer los requisitos que deben cumplir los paneles destinados a la construcción de muros y de tabiques exteriores e interiores, portantes y no portantes de edificios, así como sus respectivas juntas.

Definiciones:

- Panel: elemento constructivo, no tradicional, en cuanto a sus materiales constitutivos o técnicas de fabricación, en el que predominan el ancho y el largo o alto sobre el espesor, cuyo largo o alto no será menor que la altura de piso a techo, que se incorpora a la obra mediante técnicas de montaje para construir tramos totales o parciales de muros o tabiques coordinados dimensionalmente.
- Junta: espacio comprendido entre los extremos adyacentes de dos o más paneles u otros componentes.
- Carga de Servicio: la admisible para la cual ha sido proyectado el panel.
- Flecha residual: la registrada de que ha cesado la sollicitación.
- Flecha instantánea: deflexión máxima provocada por un impacto.
- Panel no portante: el que admite solamente su peso propio (de cerramiento).
- Panel portante: el que admite cargas además de su peso propio.

IRAM 11.585: Carga Excéntrica

Según norma, dentro de los requisitos estructurales, ante cargas verticales excéntricas, el comportamiento del panel se considerará satisfactorio si, una vez ensayado, no presenta daños ni deformaciones visibles.

Instrumental:

El dispositivo para realizar el ensayo se representa en forma esquemática en las siguientes figuras.

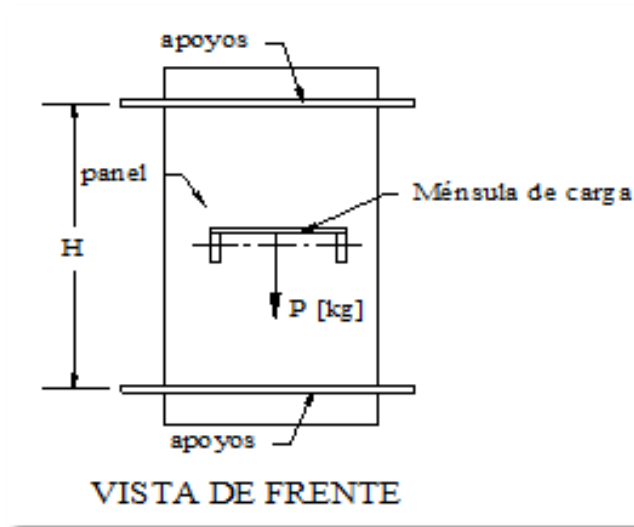


Figura 12.3. Esquema Dispositivo Para Ensayo IRAM 11.585.

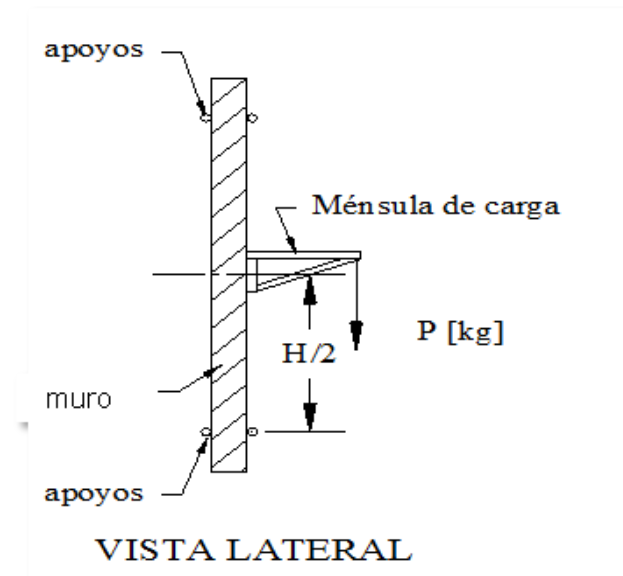


Figura 12.4. Esquema Dispositivo Para Ensayo IRAM 11.585.

Procedimiento:

El dispositivo para realizar el ensayo se fijó en la zona considerada menos resistente del panel.

Se hizo actuar una carga de 100 daN (100 kgf) paralela al panel, situada a 30 cm de su paramento y transmitida mediante dos ménsulas con dos puntos de fijación cada una y distanciada entre sí 15 cm, disposición que corresponde tener en cada punto de fijación una fuerza normal de arranque o de penetración de 100 daN. Esta carga se mantuvo durante 24 hs. (En la Figura 12.5 se observa cómo se fijó el dispositivo al panel)

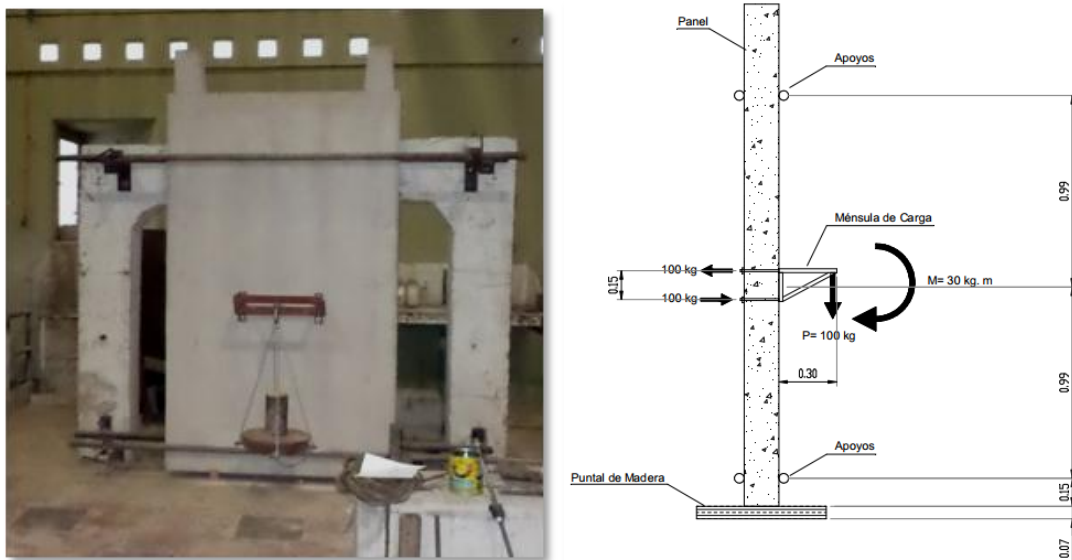


Figura 12.5. Detalle Dispositivo para Ensayo IRAM 11.585.

Resultado del Ensayo:

En el Laboratorio se efectuó el ensayo con los siguientes datos:

| MURO | FECHA DE ENSAYO | |
|--------|-----------------|--------|
| Nº LIM | INICIO | FIN |
| 1667-1 | 04-ago | 05-ago |

Los resultados fueron:

- ✚ Antes de comenzar el ensayo el muro no presentó fisuras visibles.
- ✚ Al finalizar el ensayo no se produjeron alteraciones en el mismo.

Por lo tanto el resultado del ensayo se consideró **satisfactorio**.

IRAM 11.588: Compresión Simple

El propósito de este método de ensayo es brindar una base sistemática para obtener los datos correspondientes que permitan a diseñadores y constructores calificar los nuevos elementos que ofrece el mercado.

Criterios de Aceptación:

Según norma, dentro de los requisitos estructurales, la resistencia a la compresión de los paneles que, previamente sumergidos en su posición normal de uso 0,30 m en agua durante 24 hs, y sometidos al ensayo indicado en la norma IRAM 11.588, tendrán un coeficiente de seguridad no menor que 4, si están destinados a viviendas de planta baja y para edificios en altura se ajustará a la reglamentación vigente. Dicho coeficiente de seguridad se establecerá como la relación entre la carga de rotura característica por compresión, obtenida según ensayo y la carga de servicio.

Método de Ensayo:

Se aplicaron cargas incrementadas en sucesivos escalones y se midieron las deformaciones producidas en cada escalón. Luego se llevó la carga hasta la rotura de la probeta, sin medir las deformaciones, y se anotó la carga máxima.

Instrumental:

Para realizar este ensayo se requirió el siguiente instrumental. Se detalla en la Figura 12.6.

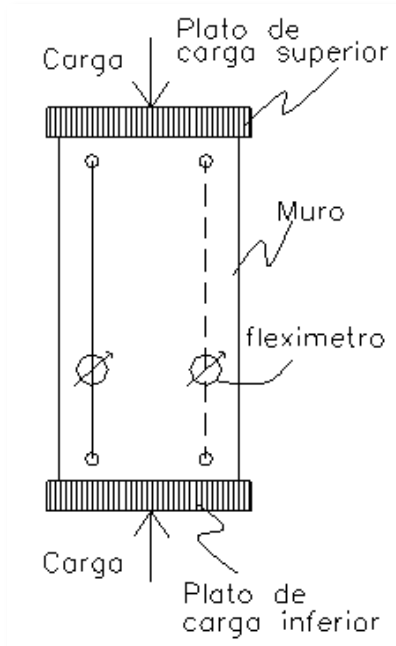


Figura 12.6. Esquema Dispositivo para Ensayo IRAM 11.588.



Figura 12.7. Detalle Dispositivo para Ensayo IRAM 11.588.

Procedimiento:

- *La probeta se ensayó verticalmente apoyada sobre una placa plana de madera (ver figura 12.6). Las cargas se aplicaron en forma centrada y uniformemente sobre otra placa de madera que cubrió la parte superior de la probeta.*

Aplicación de la carga

- *La carga se aplicó con incrementos elegidos de modo que pueda obtenerse un número de lecturas adecuado para determinar, en forma completa, la curva de carga – deformación. Se hizo llegar la carga hasta el primer escalón, registrándose las deformaciones producidas. Esta secuencia de lecturas se mantuvo para cada escalón de carga.*
- *La carga se aplicó de forma de tener un incremento entre 3 daN/min y 6 daN/min por centímetro cuadrado de sección bruta de la probeta.*
- *Cuando la carga alcanzó valores que puedan producir la rotura brusca de la probeta y dañar los aparatos registradores, estos se retiraron de la probeta antes de aumentar la carga de forma continua, hasta llegar a la rotura.*

Cálculo:

- *Acortamientos: para cada compresómetro, los acortamientos instantáneos se calcularon como la diferencia entre la lectura del compresómetro bajo la carga y la lectura inicial. El acortamiento instantáneo de la probeta se calculó como el promedio de los acortamientos, para cada uno de los cuatro compresómetros, multiplicado por la siguiente relación:*

$$\frac{\text{altura de la probeta}}{\text{longitud de la base del compresómetro}}$$

Los acortamientos permanentes se obtienen en forma similar.

Resultado del Ensayo:

En el Laboratorio se efectuó el ensayo en el panel con número de LIM 1667-3 el 10 de Septiembre de 2014.

Las mediciones obtenidas fueron las siguientes:

| CARGA kgf | DEFORMACIONES | | | OBSERVACIONES |
|--------------|-------------------------------|------------------|------------------|---------------|
| | Flexímetro N°: 1 | Flexímetro N°: 2 | Promedio F1 - F2 | |
| | Δ mm | Δ mm | Δ mm | |
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | - |
| 200 | 0,10 | 0,00 | 0,1 | - |
| 1000 | 0,10 | 0,00 | 0,1 | - |
| 2000 | 0,10 | 0,00 | 0,1 | - |
| 3000 | 0,10 | 0,00 | 0,1 | - |
| 16000 | 0,00 | -0,05 | -0,03 | - |
| 20000 | -0,05 | -0,05 | -0,05 | - |
| 45600 | CARGA MAXIMA DE ENSAYO | | | |

Tabla 12.1

Se observó que el panel ensayado poseía una curvatura inicial de 10 mm en el centro.

El objetivo de este ensayo fue determinar la Carga de Rotura Característica (P_{kr}), cuyo cálculo se describirá paso a paso.

- 1) Se calcula la media aritmética de las cargas de rotura P_{rm} , mediante la fórmula siguiente:

$$P_{rm} = \frac{\sum P_{ri}}{n} = 45600 \text{ kg} \quad (1)$$

Siendo

P_{rm} = la media aritmética.

P_{ri} = la carga de rotura; n = el número de paneles ensayados.

En este caso como se evaluó un solo panel (LIM 1667 – 3) $P_{rm} = P_{ri} =$ carga máxima de ensayo.

- 2) Se determina la desviación normal (S) mediante la fórmula siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(P_{ri} - P_{rm})^2}{n - 1}} = 0 \quad (2)$$

Siendo:

S = la desviación normal.

- 3) Se determina el coeficiente de variación δ mediante la fórmula siguiente:

$$\delta = \frac{S}{P_{rm}} = 0 \quad (3)$$

Siendo:

δ = Coeficiente de variación

- 4) La Carga de Rotura Característica por compresión P_{kr} se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_{kr} = P_{rm}(1 - k \cdot \delta) = 45600 \quad (4)$$

Luego se obtiene que el Coeficiente de Seguridad, cuya fórmula es:

$$C = \frac{P_{kr}}{\text{Carga de Servicio}}$$

La Carga de Servicio, se calculó teniendo en cuenta que el panel va a soportar una estructura metálica reticulada, con chapa sinusoidal prepintada con aislación térmica, que va a cumplir la función de cubierta de la vivienda.

La Vivienda Tipo analizada corresponde a la Figura 12.8

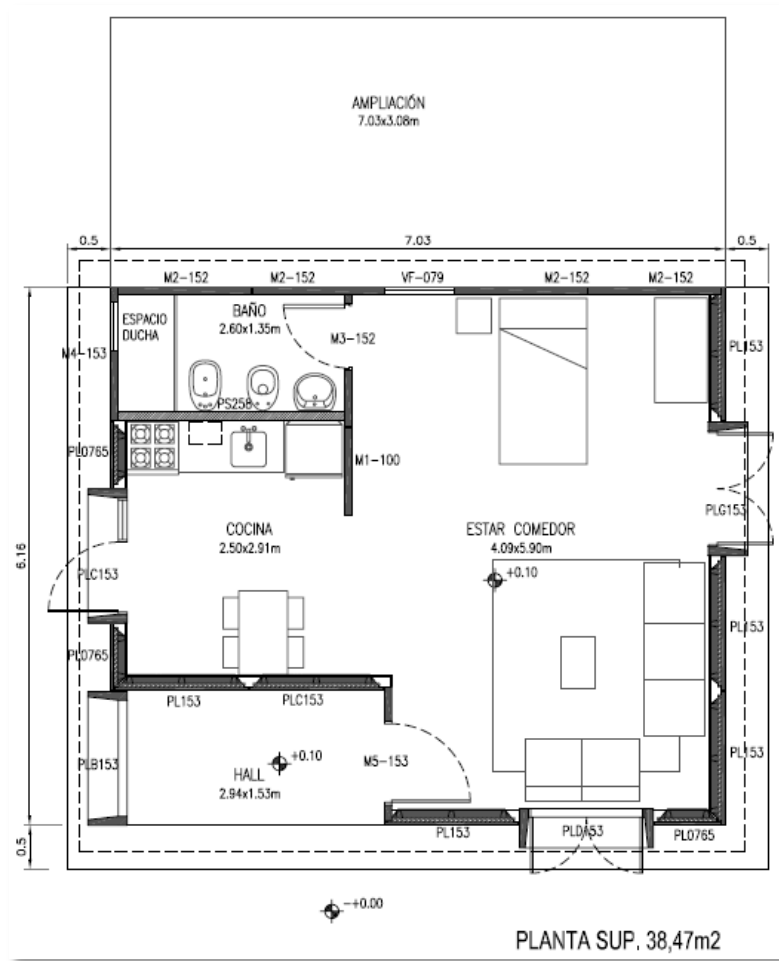


Figura 12.8. Planta Vivienda ECO.

El cálculo radica en considerar una carga estimada por metro cuadrado de esta estructura de 150 kg/m^2 , con lo cual, haciendo uso de la vivienda tipo estudiada, se deduce lo siguiente:

$$\text{Carga por metro lineal} = 150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 7,03 \text{ m} \times \frac{1}{2} = 527,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad (1)$$

$$\text{Carga de Servicio en el Panel:} \quad 527,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 1,53 \text{ m} = 806,69 \text{ kg} \quad (2)$$

De modo que el Coeficiente de Seguridad es:

$$C = \frac{P_{kr}}{\text{Carga de Servicio}} = \frac{45.600 \text{ kg}}{806,69 \text{ kg}} \cong 56 \quad (3)$$

Por lo que se cumple, ampliamente la condición que establece la norma, que el panel tenga un coeficiente de seguridad mayor a 4.

IRAM 11.595: Resistencia al Impacto de la Bola de Acero

Esta norma establece el procedimiento de ensayo para determinar el efecto del impacto con bola de acero en paneles prefabricados para muros de edificios.

Criterio de Aceptación:

Dentro de los requisitos estructurales, se debe cumplir lo siguiente:

- a) *Para una altura de caída de 50 cm, presentará un diámetro de la huella dejada por la bola, menor o igual que 20 mm;*
- b) *Para una altura de caída de 75 cm, no se producirá alteración alguna en el resto de la superficie de la muestra que se ensaya;*
- c) *Para una altura de caída no mayor que 2 m, no será atravesado por la bola de acero.*

Método de Ensayo:

Se sometió el elemento al impacto de una bola de acero arrojada desde alturas crecientes, se observaron los efectos de esos impactos en ambas caras y se anotaron las observaciones; eventualmente, se midió el diámetro de la impronta producida por la bola en la superficie del elemento.

Instrumental:

- *Se contó con el dispositivo que permite la caída libre de la bola de acero desde alturas progresivas crecientes.*
- *Bola de acero de 500 gr y de 50 mm de diámetro.*
- *Soporte constituido por dos rodillos de acero de 50mm de diámetro y largo igual o mayor que el ancho del espécimen.*

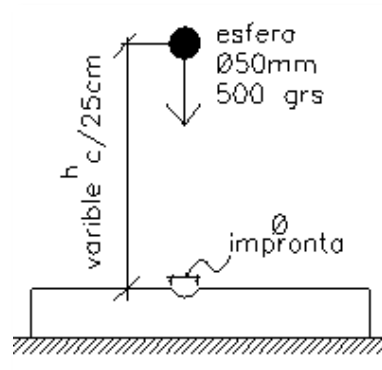


Figura 12.9. Esquema Dispositivo para Ensayo IRAM 11.95.

Procedimiento:

- Se colocó el panel, simplemente apoyado, sobre los soportes, con una luz libre entre apoyos, igual a su longitud o altura libre entre puntos de fijación. Se eligió la zona considerada mas débil del panel y sobre ella se colocó el dispositivo que permite la caída libre de la bola de acero.
- Se dejó caer la bola de acero desde alturas progresivamente crecientes, de 250 mm en 250 mm y hasta alcanzar los 2 mts. Se cuidó que la bola de acero, en los impactos sucesivos, caiga siempre sobre el mismo punto de la superficie del panel.
- Para cada altura de caída se observaron y anotaron los deterioros en la cara y contracara del panel.

Resultado del Ensayo:

En el Laboratorio se efectuó el ensayo en el panel con número de LIM 1667-1 el 31 de Julio de 2014.

Los datos relevados fueron los siguientes:

| Altura de caída [cm] | Ø Impronta [mm] | Observaciones |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Estado inicial | --- | Sin fisuras |
| 25 | 0 | Sin fisuras |
| 50 | 6 | Sin fisuras |
| 75 | 8 | Sin fisuras |
| 100 | 8 | Sin fisuras |
| 125 | 8 | Sin fisuras |
| 150 | 8 | Sin fisuras |
| 175 | 11 | Sin fisuras |
| 200 | 11 | Sin fisuras |

Tabla 12.2

En la Figura 12.10 se observa el panel, que fue ensayado.

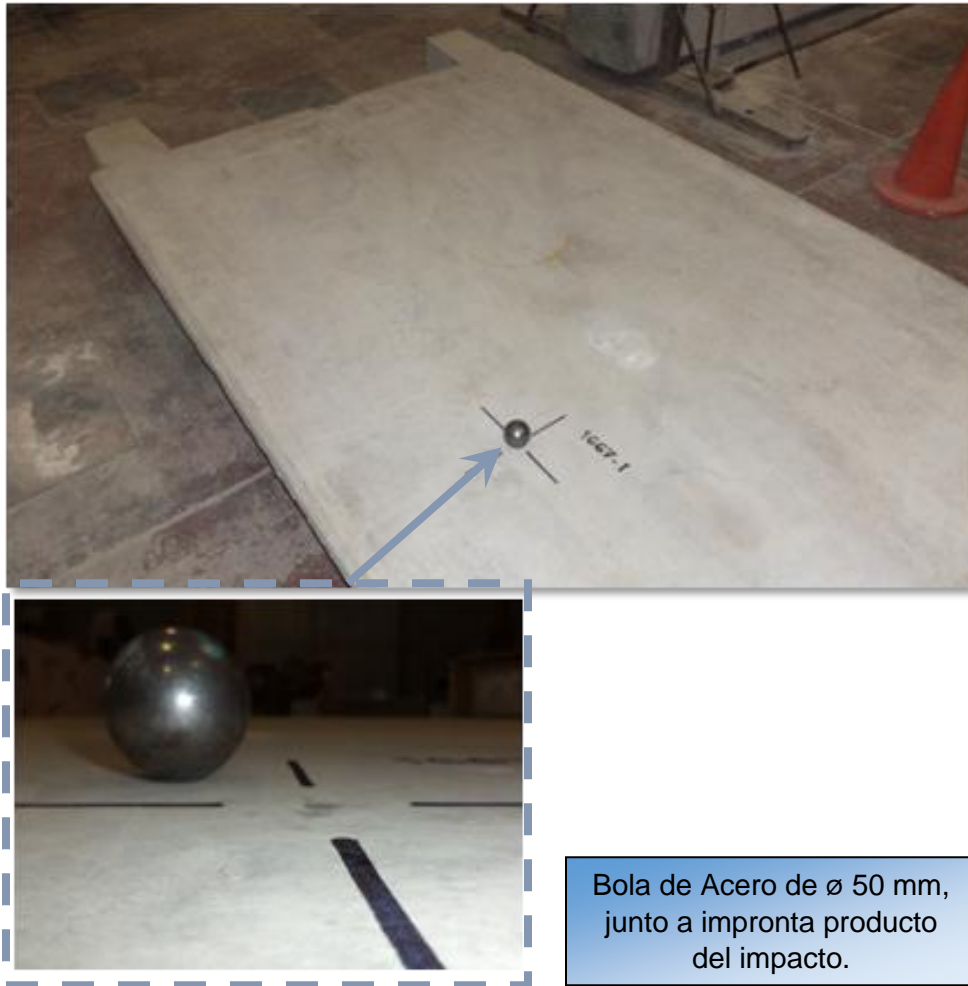


Figura 12.10. Detalle Impacto Bola de Acero en Panel PL153.

Como conclusión se obtiene que el panel cumplió satisfactoriamente con los requisitos estructurales planteados anteriormente.

IRAM 11.596: Impacto Blando en probetas verticales

Esta Norma establece el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al impacto blando en probetas verticales de los muros de edificios.

Criterio de Aceptación:

Según norma, dentro de los requisitos estructurales, el comportamiento de cada una de las probetas se considerará satisfactorio si cumple con lo siguiente:

- ✓ *Deformaciones: Bajo un choque de 135 J (altura de caída de la bolsa = 45 cm.) se verificará:*
 - *Flecha residual:*
 - $\leq 25 \%$ de su flecha máxima instantánea.
 - $\leq 0,2 \%$ de la altura del panel.
 - $\leq 0,5$ cm.
 - *Flecha Instantánea:*
 - $\leq 0,8 \%$ de la altura del panel.
 - ≤ 2 cm.
- ✓ *Resistencia Mecánica:*
 - a. *Bajo un choque de 180 J (altura de caída de la bolsa = 60 cm) el panel no sufrirá ningún deterioro visible.*
 - b. *Bajo un choque de 360 J (altura de caída de la bolsa = 120 cm) el panel no será atravesado por la bolsa o deteriorado de manera tal que comprometa la seguridad del ocupante.*

Método de Ensayo:

Se sometió el panel a la acción de una carga de impacto, dejándola caer desde alturas sucesivas. Luego de cada impacto, se calculó la flecha instantánea y la flecha residual, las que fueron registradas. Asimismo, se registraron los efectos producidos en el panel por cada impacto.

Instrumental:

- *Se utilizó un dispositivo como el siguiente, detallado en la Figura 12.11.*

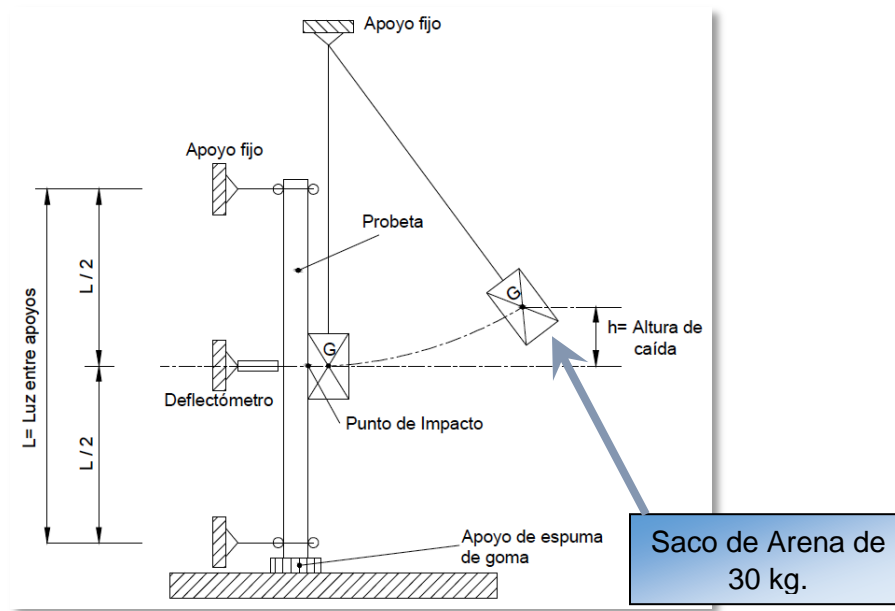


Figura 12.11. Esquema Dispositivo para ensayo IRAM 11.596.

- *Rodillos de apoyo; para evitar el empotramiento de la probeta, cuyo diámetro fue de 50 mm.*
- *Dispositivo provisto de un saco cilíndrico de cuero, o de un material similar, con un espesor mínimo de 0,5 cm y cuyo diámetro debe ser igual a $25\text{ cm} \pm 1\text{ cm}$, con una bolsa de lona en su interior, contenía arena, y cuya masa total es igual a $30\text{ kg} \pm 0,3\text{ kg}$.*
- *Regla graduada al milímetro.*
- *Defleómetro, para la medición de las flechas instantáneas, consistente en un tubo de metal liviano, sostenido por una ligera presión. El extremo libre del tubo móvil se puso en contacto con la cara posterior de la probeta, en la zona de impacto. El tubo estaba graduado en milímetros.*
- *Aparato de medición de las flechas permanentes, constituido por armazón rígido y liviano, y un dial micrométrico, graduado en milímetros.*

Procedimiento:

- Se colocó el panel en el dispositivo ilustrado en la Figura 12.11. El panel descansaba sobre los rodillos cilíndricos para evitar empotramientos. Los ejes de los rodillos deben ser paralelos a las caras de la probeta. Los rodillos de apoyo estaban en contacto con la superficie vertical del armazón rígido de apoyo. El panel se fijó en posición vertical apoyando sobre puntales de madera, para evitar movimientos en la dirección paralela al plano del panel.
- La bolsa de arena se dejó caer desde tres alturas de caída distinta, siendo la inicial de 45 cm, la siguiente de 60 cm y la última de 120 cm.
- Luego de cada impacto, se hizo rodar el saco sobre el suelo para mantener las condiciones iniciales. Se registraron las lecturas del deflectómetro y del medidor de flechas permanentes, así como las observaciones extraídas de la inspección visual en ambas caras.

Resultado del Ensayo:

En el Laboratorio se efectuó el ensayo en el panel con número de LIM 1667-2 el 31 de Julio de 2014.

Los datos relevados fueron los siguientes:

| Golpe N° | Alt. De Caída [cm] | Energía [J] | Flecha [mm] | | | Obs.. |
|----------|--------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| | | | Elástica | Permanente | Instantánea | |
| 1 | 45 | 135 | 2,0 | 0,0 | 2,0 | Sin Fisuras |
| 2 | 60 | 180 | 3,0 | 0,0 | 3,0 | Sin Fisuras |
| 3 | 120 | 360 | 5,0 | 2,0 | 7,0 | Sin Fisuras |

Tabla 12.3

De acuerdo a la norma se debe cumplir que:

- ✓ Bajo un choque de 135 J (altura de caída de la bolsa = 45 cm.) se verificará:
 - Flecha Instantánea debe ser:
 - ✓ $\leq 0,8 \%$ de la altura del panel =
 $= 0,08\% \times 260 \text{ cm} = 0,208 \text{ cm} = 2,08 \text{ mm}$
 - ✓ $\leq 2 \text{ cm}$
 - Flecha Residual o Permanente debe ser:
 - ✓ $\leq 25 \%$ de su flecha máxima instantánea =
 $= 25 \% \times 0,7 \text{ cm} = 0,175 \text{ cm} = 1,75 \text{ mm}$
 - ✓ $\leq 0,2 \%$ de la altura del panel =
 $= 0,2 \% \times 260 \text{ cm} = 0,52 \text{ cm} = 5,2 \text{ mm}$
 - ✓ $\leq 0,5 \text{ cm}$.

La Flecha Instantánea para una energía de 135 J, fue de 2,0 mm, con lo cual cumple con las condiciones requeridas. Y la Flecha Permanente para la misma energía fue de 0,0 mm, cumpliendo con los requerimientos de norma.

✓ *Resistencia Mecánica:*

- a. *Bajo un choque de 180 J (altura de caída de la bolsa = 60 cm) el panel no sufrirá ningún deterioro visible.*
- b. *Bajo un choque de 360 J (altura de caída de la bolsa = 120 cm) el panel no será atravesado por la bolsa o deteriorado de manera tal que comprometa la seguridad del ocupante.*

Respecto de la resistencia mecánica, correspondiente a una energía de choque de 180 J y 360 J, el panel no presentó daños visibles que comprometieran la seguridad de los ocupantes, dado que no se evidencia si quiera fisuras.

En la Figura 12.12 se observa el panel colocado en el dispositivo.

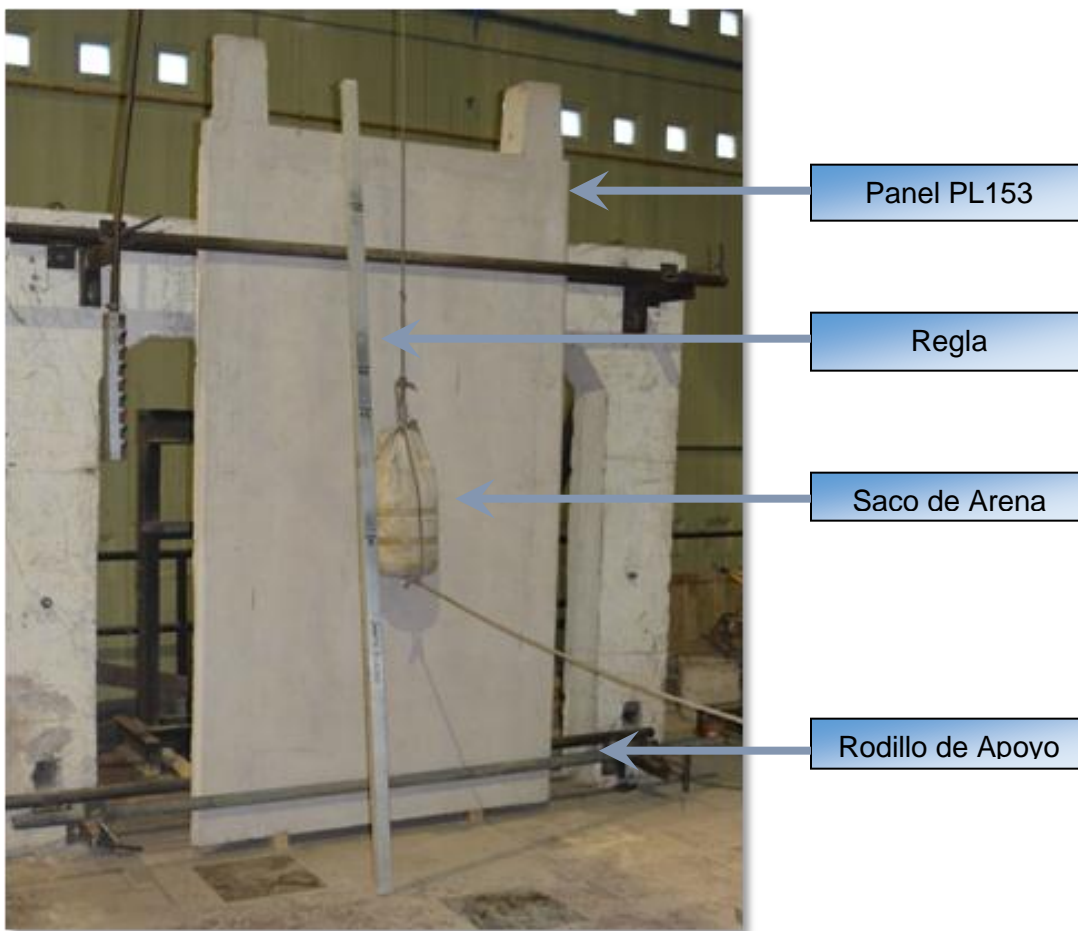


Figura 12.12. Detalle Impacto Blando en Panel PL153.

Dentro de las solicitudes por la Dirección de Tecnología e Industrialización, para la obtención del C.A.T., también se indicó que debían realizarse en la junta de los paneles, los dos ensayos siguientes:

- ✓ IRAM 11.596: Impacto Blando en Junta
- ✓ ASTM E 514: Resistencia a la Penetración de Agua en la Junta

Estos ensayos, realizados en este Laboratorio, fueron efectuados solamente en la junta de los paneles, los cuales fueron provistos en el mes de Mayo del año 2015, por la Empresa Pretensados San Luis S.R.L.

Hay que destacar que los paneles utilizados no fueron los mismos que se ensayaron en el año 2014 (PL153), cuyos ensayos se detallaron anteriormente, ya que por las dimensiones de los mismos, se imposibilitaba armar dos paneles de esas características juntos y conformar la junta a ensayarse en el pórtico que posee el Laboratorio.

Por lo tanto, primero se mencionarán las **características geométricas y composición** de los paneles con denominación PL0765, que son de iguales características mecánicas y resistentes que los paneles PL153 ensayados en el año 2014.

Éstos, de designación PL0765, son paneles de H⁰A⁰ portantes pesados, reforzados con Nervios Transversales y Longitudinales.

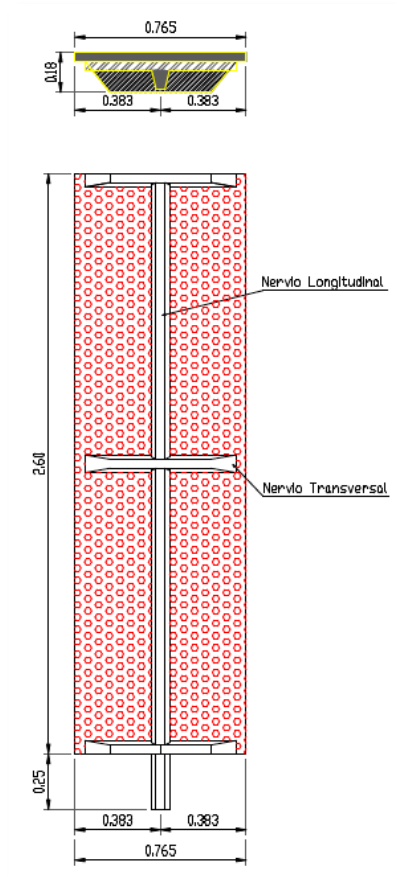


Figura 12.13. Geometría Panel PL0765.

En la Figura 12.13, se aprecia que el panel tiene un alto de 260 cm y ancho de 765 cm, presentando un nervio longitudinal y dos nervios transversales. También posee un recubrimiento en la cara interior del mismo de poliestireno expandido para conferirle aislamiento térmica y acústica. (Ver Figura 12.14)

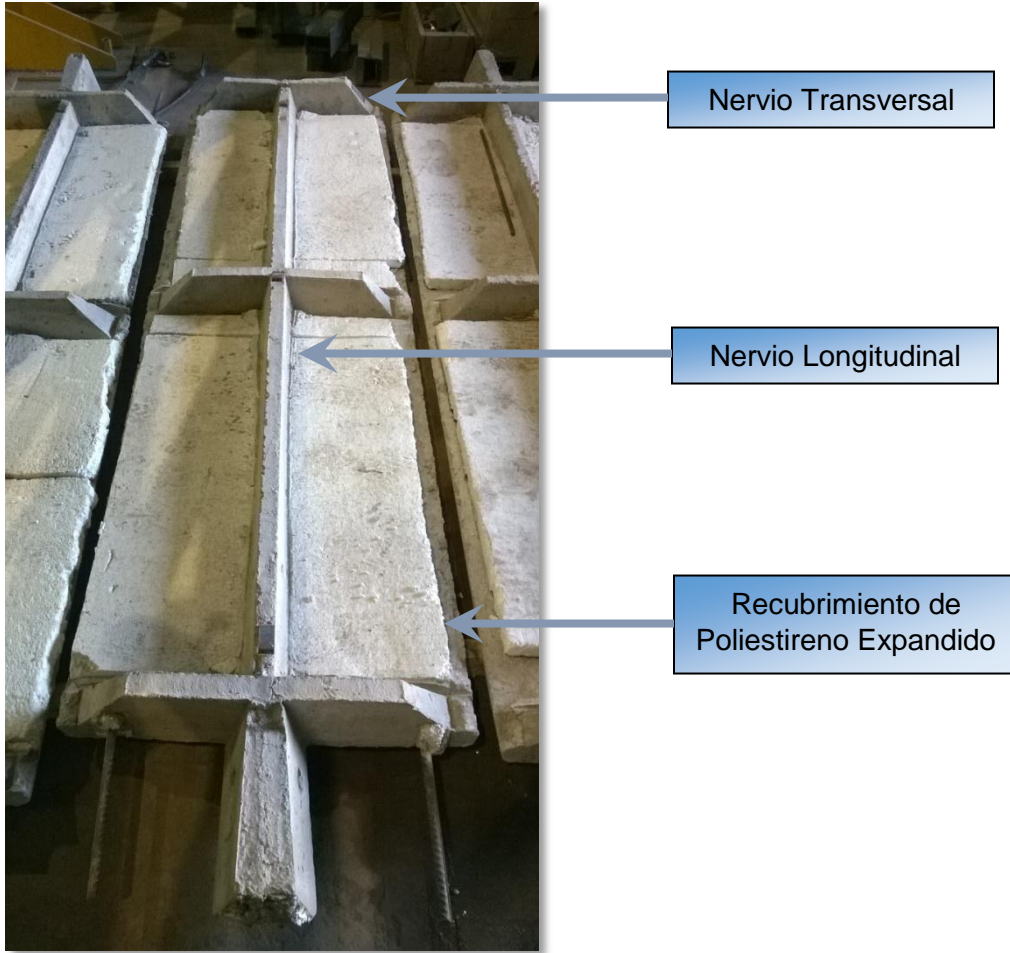


Figura 12.14. Detalle Panel PL0765.

Con respecto a la junta, la cual fue objeto de evaluación en estos ensayos, la Norma 11.585, detalla lo siguiente:

- *Función de las juntas: deberán unir, fijar y solidarizar a los paneles entre sí o con elementos adyacentes a ellos, con elementos de unión o sin ellos. Mantendrán las propiedades de resistencia, habitabilidad y durabilidad del panel.*
- *Movimiento en las juntas: se admitirá un movimiento en las juntas, siempre que los elementos adyacentes no sufran un desplazamiento que afecte su aspecto y función.*

En Laboratorio se debió montar los paneles PL0765 en el dispositivo descrito en el ensayo correspondiente a la Norma 11.596, de forma tal de materializar correctamente la junta, según indicaciones de la Empresa Pretensados San Luis S.R.L., tal cual se ejecuta en obra, y así realizar los ensayos solicitados.

Se utilizaron dos paneles PL0765 con número de LIM 2655-1 y 2655-2. Se montaron en el pórtico correspondiente en forma vertical, verificando con plomada su verticalidad, y con la extensión del nervio longitudinal hacia arriba. (Ver Figura 12.15)

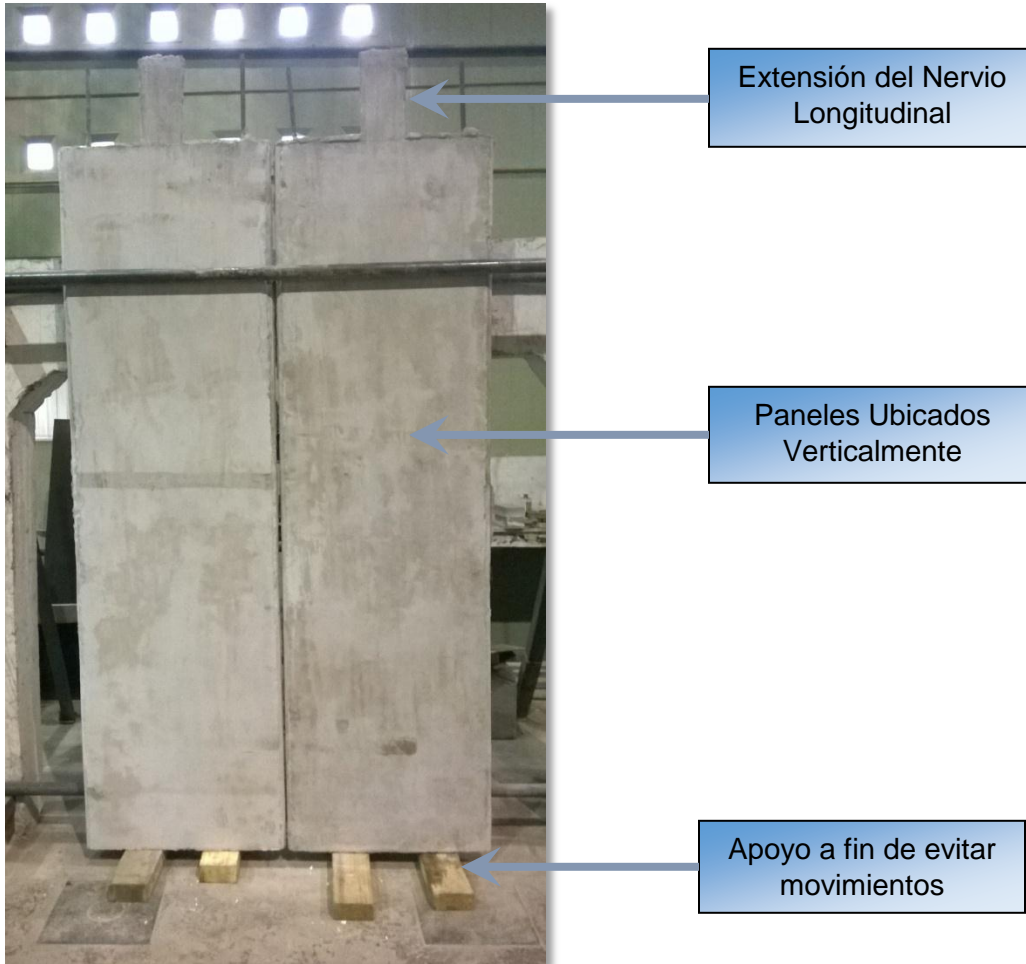


Figura 12.15. Detalle Armado de Paneles PL0765 en Dispositivo.

En la parte inferior, se procedió a vincular los paneles, haciendo uso de los insertos metálicos (perfil L) empotrados en ellos al momento de su fabricación, con una planchuela de 1 ½ pulgadas de largo por 1/8 pulgadas de ancho que fue soldada. (Ver Figura 12.16)



Planchuela soldada a los insertos metálicos de los Paneles

Figura 12.16. Detalle Planchuela de unión en PL0765.

En su parte superior, los hierros salientes de cada panel contiguo se soldaron, con dos planchuelas de 1 ½ pulgadas de largo por 1/8 pulgada de ancho, logrando así una rigidización en la dirección paralela a la cara de los paneles.

En la Figura 12.17 se ilustra lo mencionado anteriormente.



2 Planchuelas soldadas a los Hierros salientes de los Paneles

Figura 12.17. Detalle de unión de Hierros en PL0765.

IRAM 11.596: Impacto Blando en Junta

Esta Norma establece el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al impacto blando en juntas de probetas verticales de los muros de edificios.

Criterio de Aceptación:

Según norma, dentro de los requisitos estructurales, el comportamiento de la junta bajo acción de choque blando se considerará satisfactorio cuando:

- ✓ *Bajo un choque de 90 J (altura de caída de la bolsa = 30 cm), efectuada sobre la junta, ésta no sufrirá daño visible.*
- ✓ *Bajo un choque de 180 J (altura de caída de la bolsa = 60 cm), efectuada sobre la junta, no se alterará su estabilidad ni estanquidad.*

Método de Ensayo:

Se sometió la junta a la acción de una carga de impacto, dejándola caer desde alturas sucesivas. Luego de cada impacto, se calculó la flecha instantánea y la flecha residual, las que fueron registradas. Asimismo, se registraron los efectos producidos en la junta por cada impacto.

Instrumental:

- *Se utilizó dispositivo detallado en la Figura 12.11.*
- *Rodillos de apoyo; para evitar el empotramiento de la probeta, cuyo diámetro fue de 50 mm.*
- *Dispositivo provisto de un saco cilíndrico de cuero, o de un material similar, con un espesor mínimo de 0,5 cm y cuyo diámetro fue igual a 25 cm \pm 1 cm, con una bolsa de lona en su interior, que contenía arena, y cuya masa total fue de 30 kg \pm 0,3 kg.*
- *Regla graduada al milímetro.*
- *Deflectómetro, para la medición de las flechas instantáneas, consistente en un tubo de metal liviano, sostenido por una ligera presión. El extremo libre del tubo móvil estuvo en contacto con la cara posterior de la probeta, en la zona de impacto. El tubo estaba graduado en milímetros.*
- *Aparato de medición de las flechas permanentes, constituido por armazón rígido y liviano, y un dial micrométrico, graduado en milímetros.*

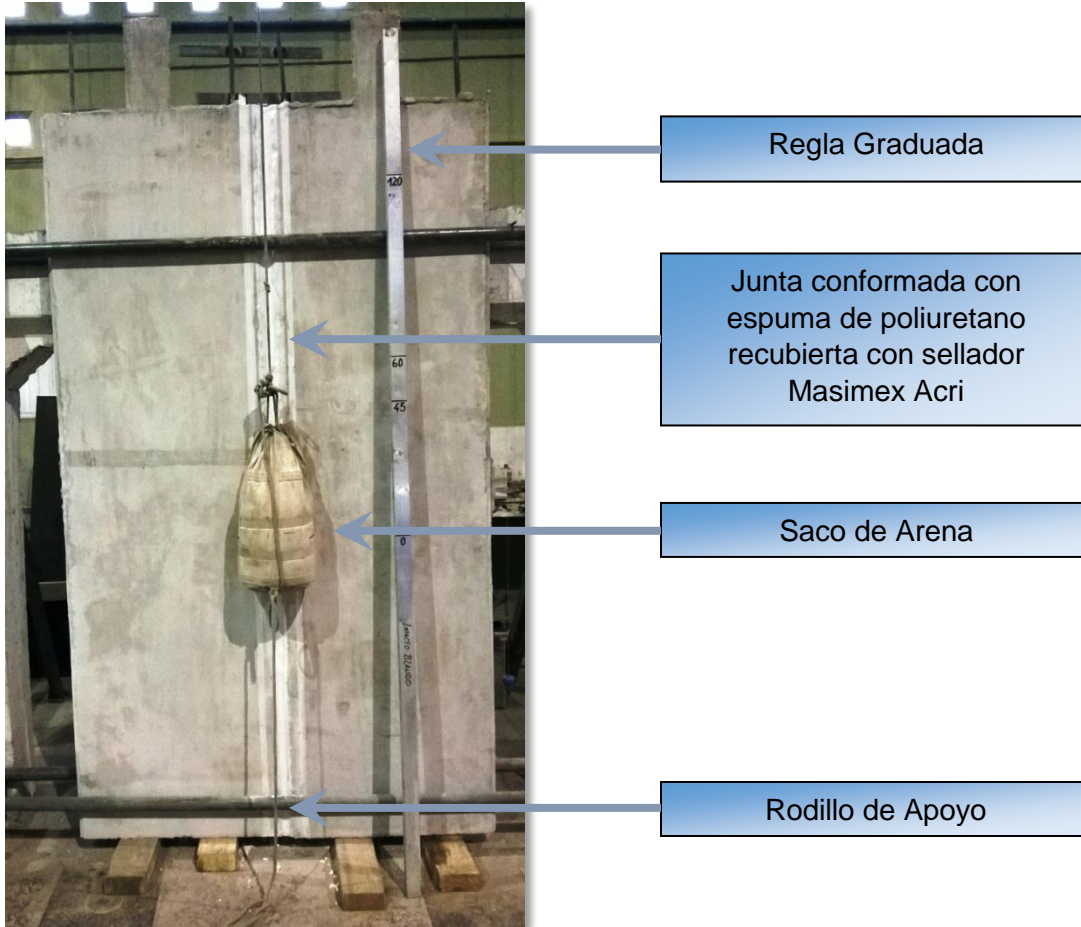


Figura 12.18. Detalle Ensayo en Junta IRAM 11.596.



Figura 12.19. Detalle Cara posterior de los paneles. Vinculación con varilla para medir flechas.



Regla para medir Flechas

Figura 12.20. Detalle Dispositivo para medir Deflexiones en Ensayo IRAM 11.596.

Procedimiento:

- Se colocaron los paneles en el dispositivo ilustrado en la Figura 12.11. Los paneles descansaban sobre los rodillos cilíndricos para evitar empotramientos. Los ejes de los rodillos estaban paralelos a las caras de la probeta. Los rodillos de apoyo estaba en contacto con la superficie vertical del armazón rígido de apoyo. Los paneles se fijaron en posición vertical apoyando sobre puntales de madera, para evitar movimientos en la dirección paralela al plano de los paneles.
- La bolsa de arena se dejó caer desde tres alturas de caída distinta, siendo la inicial de 45 cm, la siguiente de 60 cm y la última de 120 cm.
- Luego de cada impacto, se hizo rodar el saco sobre el suelo para mantener las condiciones iniciales. Se registraron las lecturas del deflectómetro y del

medidor de flechas permanentes, así como las observaciones extraídas de la inspección visual en ambas caras.

Resultado del Ensayo:

Se efectuó el ensayo en el Laboratorio usando los paneles con número de LIM 2655-1 y 2655-2 el 14 de Mayo de 2015.

Los datos relevados fueron los siguientes:

| Golpe N° | Alt. de Caída [cm] | Fecha [mm] | | | Observaciones |
|----------|--------------------|------------|------------|-------------|---------------|
| | | Elástica | Permanente | Instantánea | |
| 1 | 45 | 4,2 | 0,0 | 4,2 | SIN FISURAS |
| 2 | 60 | 5,8 | 1,5 | 7,3 | SIN FISURAS |
| 3 | 120 | 11,2 | 2,5 | 13,7 | SIN FISURAS |

Tabla 12.4

De acuerdo a los requisitos por norma para considerar el comportamiento de la junta satisfactorio, se debe cumplir que:

- ✓ *Bajo un choque de 90 J (altura de caída de la bolsa = 30 cm), efectuada sobre la junta, ésta no sufrirá daño visible.*
- ✓ *Bajo un choque de 180 J (altura de caída de la bolsa = 60 cm), efectuada sobre la junta, no se alterará su estabilidad ni estanquidad.*

Por lo cual se consideraron satisfactorios los resultados del ensayo realizado.

ASTM E - 514: Resistencia a la Penetración de Agua en la Junta

Esta Norma proporciona un sistema estandarizado para determinar la cantidad de agua que penetra completamente una pared de mampostería. En este caso se evaluó si había filtración por la junta conformada.

Criterio de Aceptación:

Se busca que los sistemas de pared utilizados en la construcción de edificios deben ser capaces de evitar que la lluvia penetre en el interior de la envolvente arquitectónica.

Este ensayo modela un estado de lluvia con ráfagas de vientos a 120 km/hs.

Método de Ensayo:

Se procedió a fijar una cámara al conjunto de los paneles, ubicándola en forma centrada a la juntada y equidistante de los rodillos de apoyo, sellándola en el perímetro, y

se aplicó un caudal de aproximadamente 140 lts/hs sobre el muro y una presión de 500 Pa (5 cm columna de agua), conservándose estas condiciones durante 4 hrs. En todo momento se fue registrando si hubo aparición de humedad y agua libre en la cara no expuesta del muro, cantidad de agua recolectada por filtración en el muro, evolución del área humedecida y agua acumulada en el interior del muro.

Instrumental:

- Se utilizó dispositivo como el ilustrado en Figura 12.21.

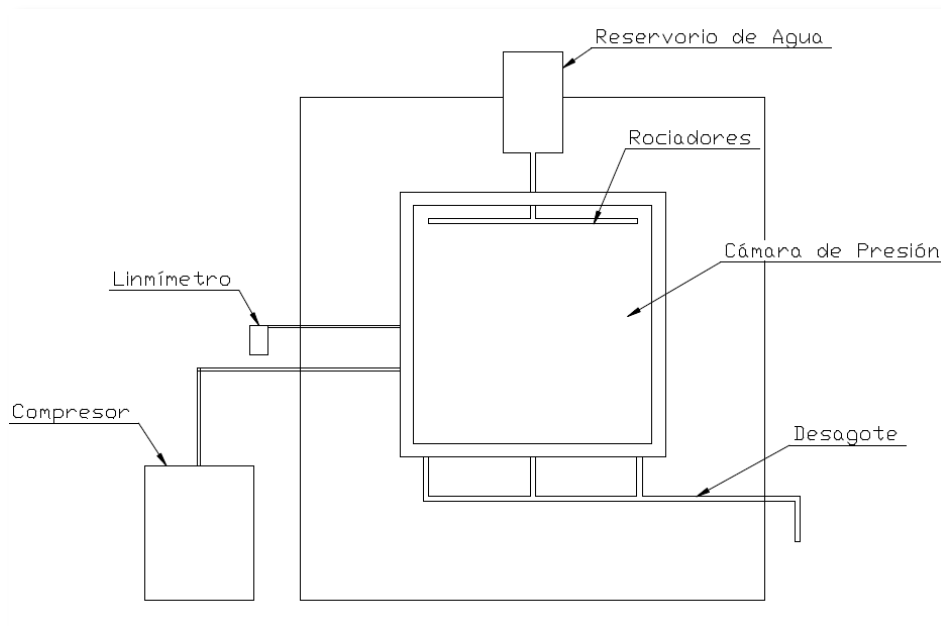


Figura 12.21. Esquema Dispositivo para Ensayo ASTM E - 514.

- Cámara de Presión, de 1 m², preparada para contener una presión de 500 Pa (5 cmca).
- Compresor para lograr presión según norma.
- Linmímetro para medir presión constante de 5 cmca en cámara.
- Reservorio de Agua en conjunto con rociadores para aplicar el agua sobre la cara de los paneles.

Procedimiento:

- Se colocaron los paneles en el dispositivo ilustrado en la Figura 12.11. Los paneles descansaban sobre los rodillos cilíndricos para evitar empotramientos. Los ejes de los rodillos estaban paralelos a las caras de la probeta. Los rodillos de apoyo estaba en contacto con la superficie vertical del armazón

rígido de apoyo. Los paneles se fijaron en posición vertical utilizando puntales de madera, para evitar restricciones de vínculo en el sentido longitudinal.

- Se realizaron dos puentes en la junta con el material sellante Masimex Acri, provisto por el comitente, a fin de preparar la superficie de apoyo de la cámara ubicada en el centro del conjunto de los paneles. Se muestran los puentes en la Figura 12.22.

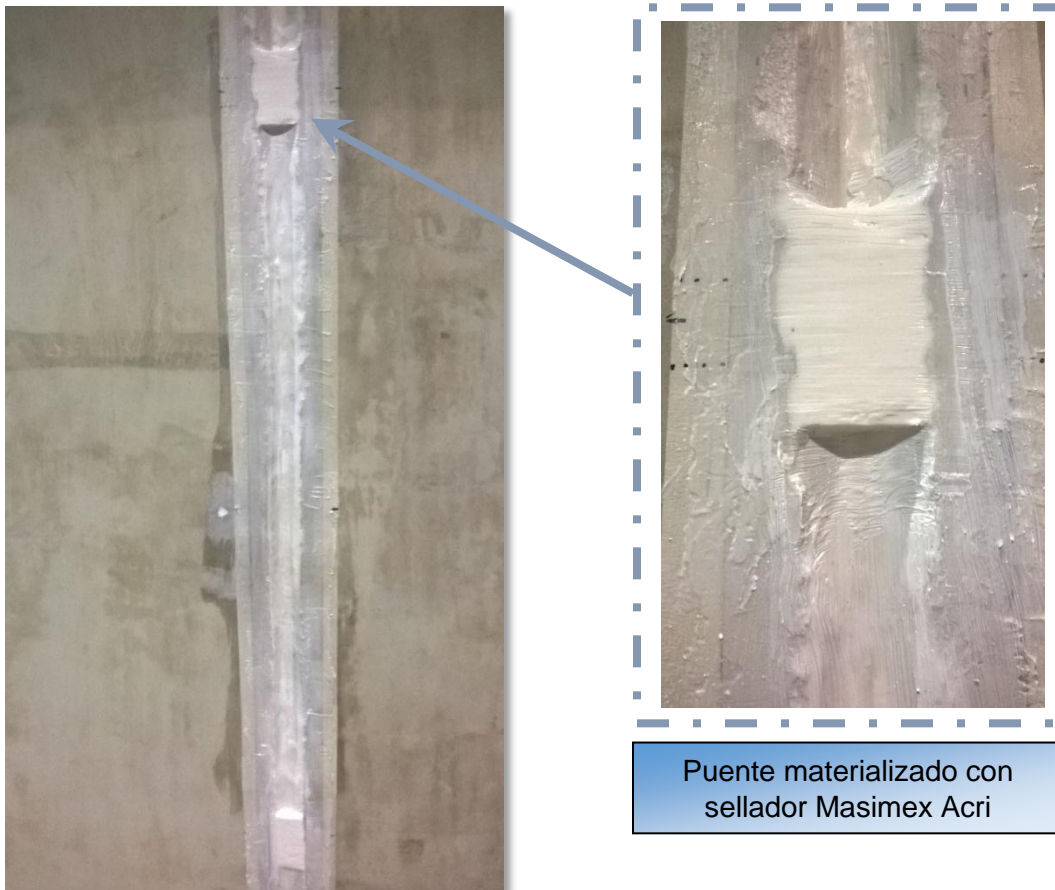


Figura 12.22. Detalle de Puente en Junta.

- Luego de dejar secar los puentes durante una semana, se procedió a fijar la cámara al conjunto de los paneles, de forma equidistante de los rodillos de apoyo y centrada con respecto a la junta.
- Se fijó el reservorio de agua y se conectó a los rociadores, se colocaron las mangueras de desagote y las mangueras conectadas al compresor.
- Luego de comprobar la estanqueidad de la cámara se procedió a liberar agua por los rociadores y se presurizó la cámara a 500 Pa (5 cmca), controlándose en todo momento la presión de la misma con el Linmímetro.

- Se mantuvieron las condiciones durante 4 hs 15 minutos y se fue corroborando y anotando las observaciones descriptas a continuación.

En la Figura 12.23 se detallan la cámara, el linmímetro, reservorio, etc.

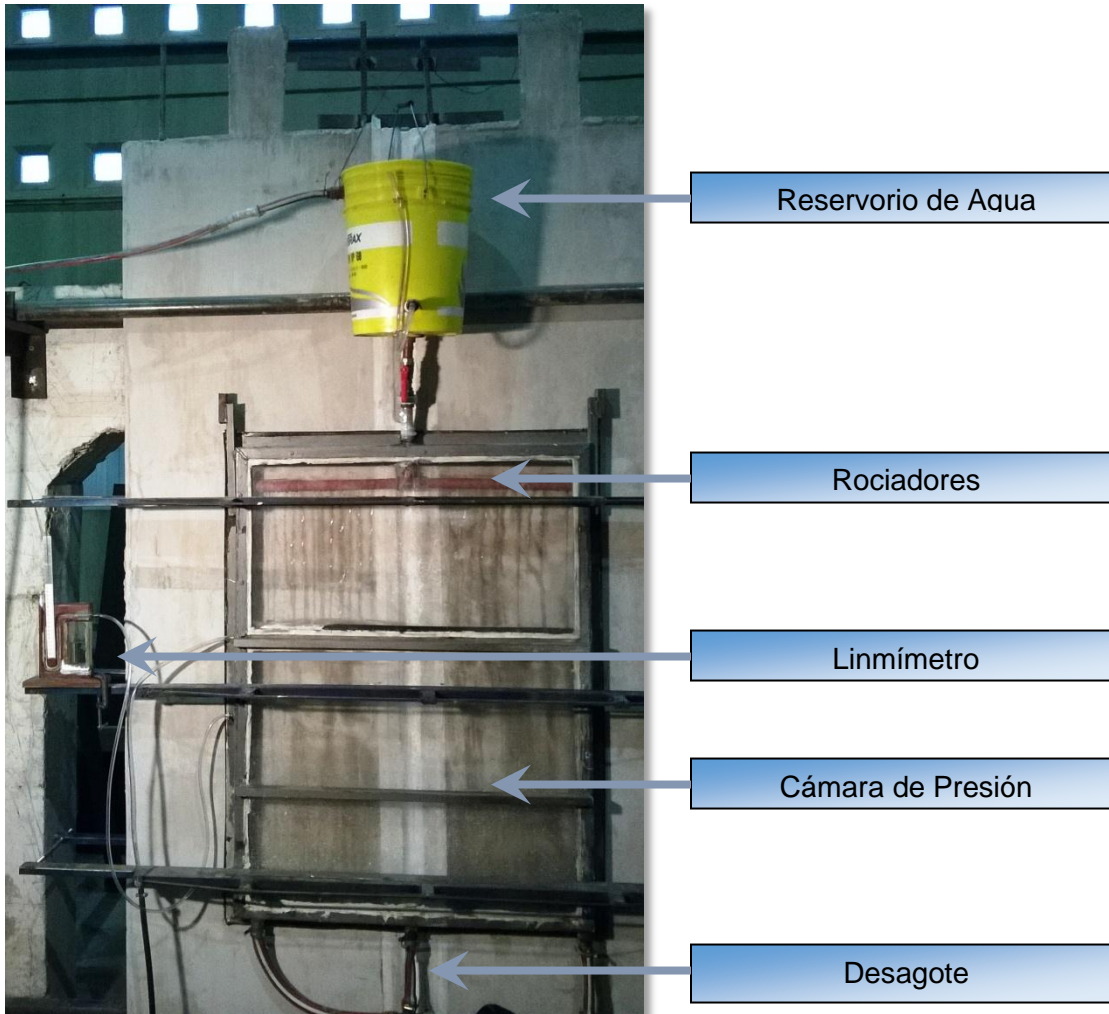


Figura 12.23. Detalle Dispositivo para Ensayo ASTM E – 514.

Resultado del Ensayo:

Se efectuó el ensayo en el Laboratorio usando los paneles con número de LIM 2655-1 y 2655-2 el 28 de Junio de 2015.

Los datos relevados fueron los siguientes:

- ✓ Temperatura Ambiente: 22 °C.
- ✓ Hora de Inicio del Ensayo: 10.30 hs.
- ✓ Hora Finalización del Ensayo: 14.45 hs.
- ✓ Tiempo del Ensayo: 4 hs 15 min.
- ✓ No se manifestó ninguna mancha de humedad en la parte posterior del muro.

- ✓ No se manifestó agua visible en la parte inferior del muro.
- ✓ No hubo área de humedad en la parte posterior del muro.

En la Figura 11.24 se observa el linmímetro donde se marcan los 5 cm de columna de agua.

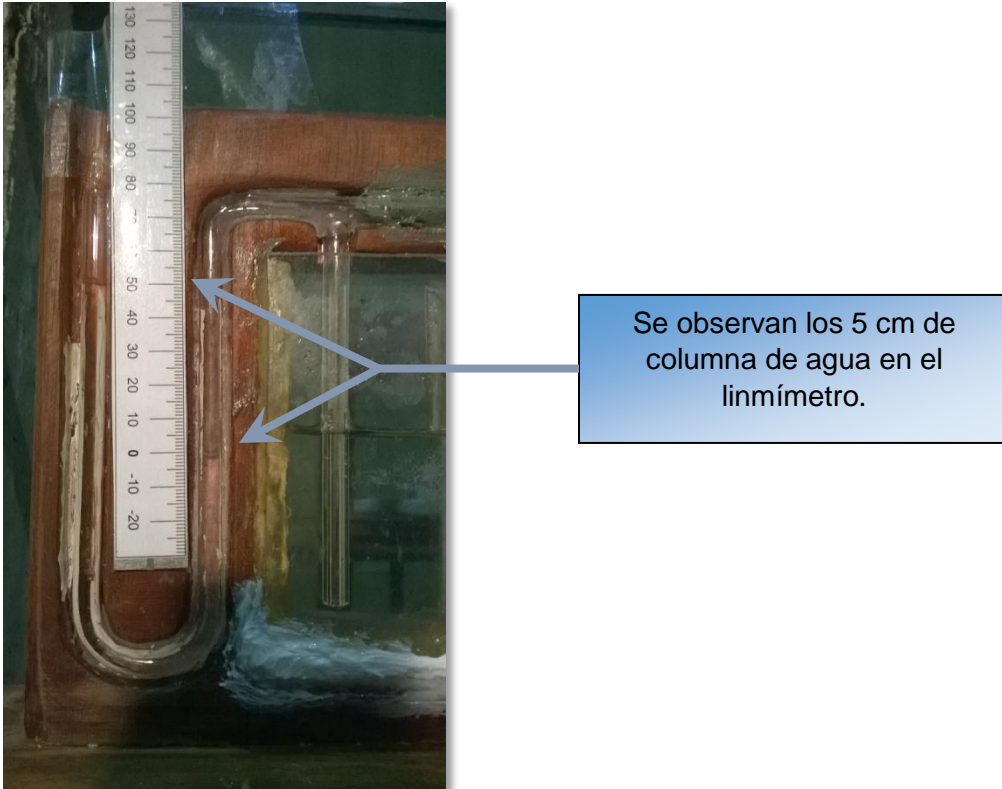


Figura 12.24. Detalle de Linmímetro.

Se puede observar lo siguiente:

- ✓ El ensayo se realizó de forma correcta, alcanzando la presión especificada por norma de 50 kg/m^2 dentro de la cámara.
- ✓ Las venas de agua generadas por los rociadores sobre la junta no llegaron a juntarse en toda la altura de la cámara, por lo que no se formó la cortina de agua debido a la tensión superficial que tiene el material sellante Maximeq Acrí utilizado. Así tampoco, en el 50% superior de la cámara se evidenció la formación de la cortina de agua sobre las superficies frontales de los paneles de hormigón armado, pero sí en el 50% inferior de la misma. (Se ilustra lo mencionado en la Figura 12.25)



Figura 12.25. Detalle de Cámara para Ensayo ASTM E – 514.

Después de haber evaluado los resultados del ensayo se consideró que éste fue satisfactorio.

13- CONCLUSIONES

De acuerdo a los ensayos que se solicitaron para la obtención del C.A.T., todos los paneles evaluados en el Laboratorio dieron como resultado comportamientos satisfactorios.

Quizás pueda considerarse apropiado que los ensayos realizados a los paneles PL153 en el año 2014, fueran también ejecutados en los paneles usados en el presente año para la evaluación de la junta, lo cuales fueron de denominación PL0765, pero teniendo en cuenta el uso de los mismo en la construcción de las viviendas y analizando los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos, es evidente que el comportamiento de ellos, darán resultados satisfactorios, ya que tienen iguales características estructurales y solo varían en la geometría que demanda la tipificación del sistema constructivo.

Con respecto a los ensayos que el autor realizó sobre la junta que vincularon dos paneles PL0765, los cuales fueron IRAM 11.596 (Impacto Blando en Junta) y ASTM E 514 (Resistencia a la Penetración del agua en Junta), es importante mencionar que la materialización de dicha junta es de sencilla construcción pero no por eso menos eficiente, ya que una vez evaluadas ambos ensayos se evidenció el buen comportamiento ante los impactos, como la resistencia a la penetración del agua; todo esto conlleva, junto a los resultados obtenidos en el año 2014, a concluir que los paneles propuestos para la construcción de viviendas sociales por parte de la Empresa, cumplen ampliamente con los requerimientos demandados por la Dirección de Tecnología e Industrialización, a fin de obtener el C.A.T.

Como conclusión personal sobre los trabajos realizados, que se reflejan en este Informe, considero que es oportuno manifestar que los objetivos planteados en la Práctica Profesional fueron alcanzados íntegramente, ya que se debieron aplicar en todo momento conceptos adquiridos durante la carrera, se logró interacción con profesionales, se analizaron antecedentes y detalles constructivos de los paneles, y se obtuvieron y analizaron resultados de los ensayos realizados.

14- BIBLIOGRAFÍA

- Universidad Nacional de Córdoba;
http://www.secyt.unc.edu.ar/unc/oit_centrotransferencia_contenido.php?recordID=131; Mayo 2015.
- Pretensados San Luis S.R.L. ; <http://www.pslsa.com/index.php>; Mayo 2015.
- Escuela de Ingenierías Industriales; <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pu/espuma.htm>; Mayo 2015.
- INTI – CIRSOC 201 (Julio 2005), *Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón*, INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- INPRES – CIRSOC 103 (Julio 2005), *Reglamento Argentino de Construcciones Sismorresistentes Parte II*, INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Norma IRAM 11.585. (1991). Paneles para muros y tabiques de edificios. IRAM. Buenos Aires.
- Norma IRAM 11.588. (1972). Muros ciegos de edificios. Método de ensayo de compresión. IRAM. Buenos Aires.
- Norma IRAM 11.595. (1973). Paneles prefabricados para muros de edificios. Método de ensayo de resistencia al impacto de bola de acero. IRAM. Buenos Aires.
- Norma IRAM 11.596. (2007). Método de ensayo de impacto sobre probeta vertical. IRAM. Buenos Aires.
- Norma ASTM E – 514. (1998). Standard Test Method for Water Penetration and Leakage Through Masonry. ASTM International. West Conshohocken, Pensilvania, USA.
- INCOSE – Instituto de la Construcción en Seco
<http://www.incose.org.ar/novedades-del-incose/novedades-del-incose/131-que-es-el-cat-cuando-las-exigencias-municipales-no-se-renuevan.html>; Mayo 2015
- Acindar. Cordón Engrasado y Embutido.
<http://www.acindar.com.ar/uploads/producto/pdf/092776e9fb32c856a155efb3c364f88e056640f9.pdf>; Mayo 2015.
- Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social. (2006). Ministerio de Edificación Federal, inversión Pública y Servicios. Secretaría de Obras Públicas. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Viviendas. Buenos Aires.
- Instructivo para la Tramitación del Certificado de Aptitud Técnica (C.A.T.) de un sistema Constructivo. <http://www.inti.gob.ar/e-renova/pdf/instructivomateriales.pdf> ; Mayo 2015.

15- ANEXO I: INSTRUCTIVO PARA LA TRAMITACIÓN DEL C.A.T.

INSTRUCTIVO PARA LA TRAMITACIÓN DEL CERTIFICADO DE APTITUD TÉCNICA (C.A.T.) DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO

1.- **Reglamento para el otorgamiento del C.A.T.**

El otorgamiento del C.A.T. se rige por el Reglamento aprobado por la Resolución SVOA N° 288/90, cuya copia se acompaña. En su texto se define el C.A.T. y se establecen los alcances del mismo, así como las alternativas, limitaciones y penalidades. Se recomienda muy especialmente la lectura de este Reglamento ya que, como se consigna en la solicitud de inicio de trámite (ver 2), el titular del sistema asume la responsabilidad de su cumplimiento en los aspectos que de él dependen.

2.- **Solicitud de C.A.T.**

Encabezando la presentación de la documentación, el titular del sistema completará el formulario adjunto. Si se trata de una empresa, se realizará en hoja con membrete de la misma.

3.- **Arancel por inicio de trámite**

Se adjuntará el comprobante de pago del arancel de \$55.00 establecido en el Decreto N° 404/81. Se adjunta el formulario que deberá ser cumplimentado en original y dos copias, según el modelo que también se adjunta.

El pago se realizará en el Banco Hipotecario Nacional, tal como consta al pié del formulario y se completará más tarde con otro de \$ 29 al realizarse la inspección y de \$ 37 al otorgarse el C.A.T.

4.- **Información general**

Se deberá dar respuesta en forma concisa y clara a cada uno de los ítems que se indican a continuación :

- a) Nombre comercial del sistema
- b) Número de patente (si la posee)
- c) Nombre de la empresa, dirección legal y comercial, T.E., FAX e I-maill si se poseyeran
- d) Capital social suscripto
- e) Localización de fábrica, taller, etc.

f) Representante Técnico. Deberá ser un profesional del área de la construcción de 1^{ra}. Categoría. Se deberá indicar :

- Nombre y apellido
- Título
- Domicilio y T.E.

g) Además se deberá indicar :

- si la empresa fabrica y aplica por sí misma el sistema constructivo
- si fabrica los elementos del sistema y los utilizan otras empresas bajo licencia
- si fabrica los elementos del sistema y éstos son utilizados por empresas libremente bajo instrucciones precisas o asistencia técnica bajo su control o no.
- las mismas tres alternativas anteriores, si en lugar de fabricar, importa los elementos del sistema.

5.- Referencias de fabricación

a) Característica del centro o de los centros de producción (superficie cubierta y descubierta, laboratorio propio o contratado para control de que dispone, número de técnicos y de operarios). Estimación de las inversiones realizadas en equipos, instalaciones, etc.

b) Proceso de Producción (materias primas, componentes y procedencia, maquinarias y equipos utilizados). Breve descripción de los mismos.

c) Controles de calidad de producción (recepción de materias primas y/o de componentes durante el proceso y del producto acabado)

d) Condiciones de almacenamiento en fábrica.

e) Transporte

f) Fecha y lugar de iniciación de la producción :

- en el país de origen
- en la Argentina

g) Capacidad productiva de la Empresa en la actualidad :

- Capacidad instalada mensual medida en unidades de vivienda de 50 m² con dos dormitorios.

6.- Referencias de utilización

a) Superficie en m² realizados con el sistema

- b) Nómina de las principales referencias de utilización (tipo de obra, fecha de ejecución y localización, constructor, etc.)
- c) Tiempo de ejecución de una unidad de aproximadamente 50 m² con dos dormitorios :
- Existiendo stock
Tiempo de montaje y terminación expresado en horas hombre por m² de superficie cubierta.
 - No existiendo stock
Tiempo de fabricación de la unidad, montaje y terminación expresado en horas hombre por m² de superficie cubierta.
- d) Precio de la vivienda terminada y por m² de superficie cubierta a la fecha de presentación, para la misma vivienda de 50 m² tomada como referencia.
Deberá incluirse el desglose de los costos directos e indirectos considerados.
- e) Efectuar la misma estimación de los puntos c) y d) para la entrega de :
- 100 viviendas
 - 250 viviendas
- f) Cuando el sistema no hubiera sido utilizado comercialmente o no existan referencias de utilización, será requisito imprescindible para tramitar el C.A.T., contar por lo menos con un prototipo construido con el sistema. Dicho prototipo deberá tener mínimamente baño, cocina, estar - comedor y un dormitorio y si la aprobación se tramita para más de una planta, deberá contar por lo menos con un entrepiso y un techo (salvo casos especiales a dilucidar por la Dirección de Tecnología e Industrialización)
- Cuando no existan referencias de utilización en el país (ni siquiera a nivel de prototipo), deberá concretarse con la Dirección de Tecnología e Industrialización, una inspección al país donde se cuente con viviendas construidas. (El solicitante se hará cargo de pasajes y viáticos de dos profesionales a designar)
- Para que el sistema pueda ser aprobado para las zonas bioclimáticas V y VI de la Norma IRAM N° 11603, deberán exhibirse referencias de utilización (o por lo menos un prototipo) en una de esas zonas, con una antigüedad de uso no inferior a un invierno completo
- En todos los casos en que solo se cuente con un prototipo, el mismo deberá estar montado a la intemperie.

7.- Informe Técnico

El Informe Técnico constituye la parte sustantiva de la presentación ya que contiene los elementos que permitirán al evaluador conocer en detalle la propuesta, emitir opinión sobre su aptitud, y llegado el momento, confeccionar el C.A.T.

7.1. Descripción general del sistema

Debe sintetizar en un texto de no más de quince renglones, las características generales del sistema en cuanto a muros, tabiques, techos y entresijos -si los hubiera-

Incluirá también una referencia al tipo de terminaciones, pisos, cielorraso, cubierta, instalaciones, etc., en particular si son propios del sistema.

El texto debe ser acompañado de una axonométrica “explotada” que muestre a grandes rasgos lo antes descrito. Será realizada en un tamaño no superior a 18 x 25 cm. (es decir, debe caber en una hoja de 21 x 29,7 cm. tipo A 4, descontando el margen y el espacio para el membrete oficial)

Al principio del texto se deberá encuadrar al sistema en la siguiente clasificación :

- a) Según el sistema de ejecución
 - a.1. prefabricado
 - a.2. in situ
- b) Por el tipo de sistema
 - b.1 abierto (cuando permite la incorporación de elementos componentes ajenos al sistema)
 - b.2 cerrado (cuando no lo permite)
- c) Según el peso de los elementos componentes más pesados
 - c.1. liviano (menos de 100 Kg)
 - c.2. semipesado (entre 100 y 500 Kg)
 - c.3 pesados (más de 500 Kg)
- d) Según el lugar de fabricación (para los prefabricados)
 - d.1 en fábrica fija
 - d.2 en fábrica móvil (al pie de obra)
- e) Según el campo de aplicación
 - e.1 construcciones en planta baja
 - e.2 construcciones en planta baja y un piso

e.3 construcciones en planta baja y pisos altos

Ejemplo : Se trata de un sistema constructivo prefabricado del tipo cerrado, liviano, para viviendas en planta baja y un piso, cuyos componentes básicos se fabrican al pié de obra.

7.2. Descripción literal de los elementos componentes del sistema.

La descripción literal que se solicita debe ser clara, precisa, objetiva, didáctica y estrictamente técnica. No se incluirán juicios de valor sobre las bondades del sistema ni consideraciones de índole comercial.

Como regla general y a los efectos de facilitar el trámite, deberán respetarse además las siguientes premisas :

- a) Se incluirá la descripción de los elementos integrantes del sistema tal como salen de fábrica, (en el caso de sistema prefabricado) sean éstos componentes de muros exteriores, interiores, techos o entrepisos (cuando corresponda). Por ejemplo paneles exteriores ciegos, panel con ventana, panel con puerta, panel eléctrico interior y panel sanitario. Panel de entrepiso y paneles de techo. Si existieran elementos de iguales características pero de distinta longitud (por ejemplo panel ciego exterior) describir uno e indicar la longitud máxima y mínima en que se proveen.

La descripción deberá referirse exclusivamente a cada elemento en cuestión sin hacer referencia a su forma de vinculación con otros elementos ni a terminaciones o tratamientos que se incorporan posteriormente. Es decir, se describirá su geometría (dimensiones y formas) y su composición (materiales y sus características tales como densidad, espesores, dosificación de mezclas, diámetro y longitud de hierros, insertos, etc.) Se incluirá también la descripción de los bordes (rebajes, salientes, etc)

- b) Si el sistema es de ejecución in situ, se describirán los muros exteriores, interiores, entrepisos y techos (composición, espesores, terminaciones, etc.) se describirá también la resolución de los encuentros con fundaciones y carpinterías y las instalaciones.

En el caso de utilizar superficies encofrantes se describirán las mismas en forma detallada siempre que resulten novedosas en relación con los métodos tradicionales

- c) Cuando la solución adoptada para los techos sea de tipo tradicional igualmente deberá incluirse su descripción en forma sintética (estructura, cubierta, aislación térmica, cielorraso)

7.3 Descripción gráfica de los elementos componentes del sistema.

Los dibujos deberán realizarse en el tamaño indicado en 7.1 y serán claros y legibles, ejecutados en una escala que permita la lectura sin error de interpretación. En ellos deberán consignarse las medidas de los elementos, su composición, etc., en total correspondencia con la descripción literal y no incluirán logotipos ni referencias comerciales del fabricante.

Las figuras serán numeradas en forma sucesiva siguiendo el ordenamiento de la descripción literal. En ésta se insertará la referencia a la figura correspondiente.

7.4 Uniones y/o juntas

En este ítem se incluirá la descripción literal y gráfica de las uniones o encuentros que más abajo se detallan. Tanto los textos como los dibujos deberán seguir los lineamientos especificados en 7.2 y 7.3 e incluirán el tipo, diámetro, longitud, separación, etc de los clavos, bulones, insertos, etc. Igual criterio se seguirá con las uniones soldadas o pegadas.

a) Uniones y/o juntas típicas en corte horizontal

- de dos paneles contiguos (yuxtapuestos) tanto interiores como exteriores
- de dos paneles en esquina (exteriores e interiores) Unión en “L”
- de un panel exterior con uno interior. Unión en “T”
- de panel sanitario con muro exterior o interior (cuando corresponda)

b) Uniones y/o juntas típicas en corte vertical

- de panel exterior e interior con fundaciones
- de panel exterior con el techo
- de panel interior con techo o cielorraso
- de panel exterior e interior con entrepiso
- de panel sanitario con techo o cielorraso.

c) Uniones típicas en corte horizontal y vertical

- de ventana con panel exterior
- de panel con puerta exterior e interior
- de panel de muro con panel mojinete (cuando corresponda)

d) Corte perspectivado del panel sanitario indicando sujeción de cañerías.

En el caso en que la solución prevista de techos sea tradicional, igualmente deberá describirse la unión con los muros no tradicionales. A la inversa, si la solución de muros es tradicional, deberá incluirse el encuentro con el techo no tradicional. Las arriba indicadas son las uniones y/o juntas más usuales (típicas) y serán complementadas con otros detalles cuando la Dirección de Tecnología e Industrialización lo juzgue necesario para mejor definir el sistema.

7.5. Transporte

Se deberá indicar la forma y el medio como se realiza el transporte de los componentes hasta la obra, incluidas las precauciones que se toman para evitar deterioros y daños.

7.6. Proceso de montaje

En este ítem se incluirá una descripción completa del proceso de montaje del sistema, desde la etapa de limpieza y nivelación del terreno hasta la terminación completa de la vivienda. Deberá respetarse la secuencia de ejecución de los trabajos que prevé el sistema, remarcando aquellas tareas y recomendaciones (incluido manipuleo) que se entiendan críticas para asegurar la calidad del producto final

Para mejor ordenar la presentación, se detallan seguidamente los procesos y etapas que se consideran más importantes :

- Descripción detallada de los pasos y de las obras necesarias previas al montaje.
- Método de puesta en obra :
Manual
Mecánico (cantidad de operarios necesarios)
- Condiciones para una correcta ejecución
- Equipo necesario
- Enumeración de los pasos de fijación, aplomo, alineación, uniones y/o juntas provisionales y definitivas, de y entre componentes.
- Descripción de la aplicación de revocos (si existieran) y revestimientos interiores y exteriores (materiales, modo de aplicación)
- Resolución de las instalaciones sanitarias, de gas y eléctrica.
- Precauciones durante la ejecución de cada etapa.

- Detalle de las operaciones de terminación y resolución de los detalles constructivos.

7.7 Para los casos de ampliación de la vivienda, deberá explicarse literal y gráficamente la forma prevista de vinculación estructural con una construcción tradicional y los recaudos especiales que deberán tomarse para asegurar la durabilidad y habitabilidad de la construcción.

7.8 Características y especificaciones especiales.

Peso de los elementos prefabricados por unidad y por m^2 de superficie, en particular para los paneles de muro exterior, inferior, techo y entrepiso.

Se incluirán en este ítem las especificaciones especiales (si las hay) en cuanto a morteros, hormigones, revestimientos, pegamentos, aditivos y cualquier otro producto que se utilice en el proceso de fabricación o de terminación de la vivienda, que requiera un especial control en cuanto a su calidad. De idéntica manera se procederá cuando la aplicación o utilización del producto exija adoptar recaudos especiales.

7.9 Cálculos y verificaciones

Deben presentarse los siguientes cálculos y verificaciones :

- a) Cálculo estático para cargas gravitatorias, viento y nieve (cuando corresponda) según los Reglamentos CIRSOC N° 101, 102 y 104. Se realizará para una vivienda o edificio tipo de una cantidad de plantas representativas.
- b) Cálculo del valor del coeficiente de transmitancia térmica total K expresado en $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ según el procedimiento establecido en la Norma IRAM N° 11601 (versión diciembre de 1988). Se realizará para todas las variantes de muro y techo cuya aprobación se solicita.
- c) Verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial de acuerdo a lo estipulado en la Norma IRAM N° 11625 (versión diciembre de 1991).
- d) Verificación de los puentes térmicos según apartado 4.4 de la Norma IRAM N° 11605
- e) Verificación de los valores máximos admisibles del coeficiente K (Norma IRAM N° 11605) según la zonificación establecida en la Norma IRAM N° 11603

7.10. Ensayos

Si bien en el caso de cada sistema constructivo en particular la Dirección de

Tecnología e Industrialización determinará los ensayos a realizar, se consignan seguidamente los más frecuentes :

b) Paneles de muro exterior portante

- Compresión Norma IRAM N° 11588
- Choque blando Norma IRAM N° 11596
- Choque duro Norma IRAM N° 11595
- Choque blando en juntas Norma IRAM N° 11596
- Carga excéntrica Norma IRAM N° 11585
- Estanqueidad de juntas al agua y al aire (Norma IRAM N° 11591 y 11523)

En todos los casos los resultados de estos ensayos deberán cumplimentar los requisitos estructurales establecidos en la Norma IRAM N° 11585

c) Paneles de muro exterior de cerramiento (no portante)

Deberán realizarse los mismos ensayos que para paneles portantes, excepto el de compresión. Deberán cumplimentar los requisitos de la Norma IRAM N° 11585

e) Paneles de entrepiso y/o techo

- Flexión (por analogía) Norma IRAM N° 11598

f) Paneles de entrepiso

Choque blando con probeta horizontal. Norma IRAM N° 11596

Los ensayos deberán realizarse en laboratorios oficiales de organismos de investigaciones, universidades, etc y privados autorizados. Se anexa al final un listado indicativo

7.11. Material fotográfico ilustrativo

El solicitante presentará con la documentación, un conjunto mínimo de 15 fotografías mostrando el proceso de fabricación, de montaje y de terminación pegadas en hojas con membrete de la firma.

LABORATORIOS:

- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
Parque Tecnológico Migueletes
Av. Gral. Paz e/Av. de los Constituyentes y Albarellos
Conmutador: 4752-0196/5805/5701 4757-3660
- Obras Sanitarias de la Nación: Dirección de Química y Tecnología
Av. Pte. Figueroa Alcorta 6081. Capital Federal
- Ferrocarril Gral. Belgrano: Laboratorio Ensayo de Materiales
Dique IV Prolongación Calle Cangallo. Capital Federal.
- Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (L.E.M.E.)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Univ. Nac. de Tucumán
Av. Roca 1800 - San Miguel de Tucumán.
- Dirección Nacional de Vialidad - Dirección de Investigaciones Técnicas
Av. Dr. José Ramos Mejía Nro. 3. Capital Federal.
- Facultad de Ingeniería de la U.B.A. Laboratorio de Ensayos de Materiales
y Estructura y Construcciones y Estructura.
Las Heras 2214 - Capital Federal.
- Centro de Investigaciones de Materiales. Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales - Universidad Nac. de Córdoba. T.E. 3587
- Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras, Facultad de Ciencias,
Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Rosario.
C. Pellegrini 250, Rosario, Pcia. de Santa Fe.
- Laboratorio de Ensayo de Materiales, Facultad de Ciencias Exactas y
Tecnologías, Universidad Nacional de Tucumán.
- Departamento de Recepción, Control de Calidad y Ensayo de Materiales,
Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, Dirección Gral. de Obras
y Mantenimiento.
Av. Patricias Argentinas 277 (1045) Capital Federal.
T.E. 4983-7806//982-5157//4983-2847
- CADIEM
Ntra. Sra. del Carmen 2306
Esq. Avda. Gral. Paz
(1674) Saenz Peña. Pcia. de Buenos Aires
T.E. 4757-2992/7293 Fax 4757-7293
- CECOVI
Centro de Investigación y Desarrollo para la construcción y la vivienda.
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Santa Fe.

Lavaisie 610 (3000) Santa Fe – Argentina
Tel/Fax (0342) 4697728//4601579//4602390, Int 219
e-mail: cecovi@frsf.utn.edu.ar

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

SUBSECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA

Buenos Aires

.....

SOLICITANTEEXPTE. NRO.....

ACREDÍTESE EN LA CUENTA 001 3313000 5300 LA SUMA DETALLADA AL PIE EN CONCEPTO DE ARANCELES CORRESPONDIENTES A CERTIFICADOS DE APTITUD TÉCNICA SOBRE, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS NO TRADICIONALES (DECRETO Nro. 404/91)

| CONCEPTO | IMPORTE |
|---|---------|
| A) SISTEMAS CONSTRUCTIVOS | |
| PRESENTACIÓN DOCUMENTACION S/SISTEMAS | |
| INSPEC. MANT. O RENOV. C.A.T. | |
| OTORGAMIENTO C/C.A.T. | |
| VARIANTE O MODIFICACION AL SISTEMA ORIGINAL | |
| C/RENOVACION DEL C.A.T. | |
| B) ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS | |
| PRESENTACION DOC. S/SISTEMA | |
| INSPEC. MANT. O RENOV. C.A.T. | |
| OTORGAMIENTO C/C.A.T. | |
| VARIANTE O MODIFICACION AL SISTEMA ORIGINAL | |
| C/RENOVACION DEL C.A.T. | |
| TOTAL | |

SON PESOS

FIRMA

BANCO HIPOTECARIO S.A.

FECHA:

FIRMA:

DEPOSITAR EN.....

RECONQUISTA 101/151, 2° piso – CUENTAS ESPECIALES.-

ARANCELES DECRETO 404/91

a) SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

| | | |
|-----|-------------------------------|-------|
| 1.- | Presentación de documentación | \$ 55 |
| 2.- | Pedido de Renovación | \$ 29 |
| 3.- | Antes de inspección | \$ 29 |
| 4.- | Otorgamiento del C.A.T. | \$ 37 |
| 5.- | Solicitud de variante | \$ 29 |

b) ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

| | | |
|-----|-------------------------------|-------|
| 1.- | Presentación de documentación | \$ 47 |
| 2.- | Pedido de Renovación | \$ 20 |
| 3.- | Antes de inspección | \$ 20 |
| 4.- | Otorgamiento del C.A.T. | \$ 29 |
| 5.- | Solicitud de variante | \$ 20 |