Informe Técnico

Fecha de Informe: 23/10/2025

"El presente informe anula y reemplaza en su totalidad al informe "OT N° 224-5454 1er Parcial" de fecha 25/09/2025"

Solicitante

ARNEG ARGENTINA S.A.

Juan Pablo II N° 8050, Rosario, Santa Fe.

Elemento por analizar

1- Elemento identificado por el solicitante como "Maximma": Panel tipo sándwich para cubiertas, compuesto por una cara exterior de chapas metálicas de 0,5 mm de espesor. El núcleo está formado por espuma rígida de poliisocianurato (PIR), de 15 mm. La terminación interior con *Foil* de polipropileno de 100 micrones. Presenta crestas sinusoidales de 20 mm de altura en ambas caras
2- Elemento identificado por el solicitante como "Wave": Panel tipo sándwich para cubiertas, compuesto por una cara exterior de chapas metálicas de 0,5 mm de espesor con crestas sinusoidales de 20 mm de altura. El núcleo está formado por espuma rígida de poliisocianurato (PIR), de espesores variables (15 mm, 30 mm, 50 mm, 80 mm). La terminación interior plana con *Foil* de polipropileno de 100 micrones.

Determinaciones requeridas:

Cálculo teórico de resistencia térmica y riesgo de condensación

En el presente informe se analizará el sistema mencionado, determinando de forma teórica, mediante software, su valor de resistencia térmica y distribución de isotermas, efectuándose el análisis en geometría 2D. Asimismo, se verifica el riesgo de condensación superficial.

Nombre y dirección de la UO responsable del informe

Departamento de Materiales y Sistemas Constructivos - Dirección Técnica Evaluación y Rehabilitación Edilicia - Subgerencia Operativa de Construcciones e Infraestructura. Edif. Nº33 PTM.

Metodología empleada

Para la determinación del valor de transmitancia térmica (K), se realizó un estudio basado en la resolución de la ecuación de Fourier de transmisión de calor, en geometría bidimensional, que se obtiene numéricamente por computadora, utilizando el software Bisco ®. El método considera la influencia de los puentes térmicos si lo hubiera.

La verificación del riesgo de condensación superficial se realiza mediante el cálculo de la distribución de las temperaturas de rocío en las superficies interiores, conforme a los procedimientos recomendados por las normas IRAM 11625 e IRAM 11630.

Condiciones de cálculo

Se efectuó el análisis solicitado para la estación Buenos Aires. Para el análisis, se tomaron las condiciones climáticas más desfavorables de la época invernal. Estas corresponden al área de influencia de la localidad de Buenos Aires, Zona Bioambiental III, según clasificación de la norma IRAM 11603. Las magnitudes se detallan en la siguiente tabla:

Zona Bioambiental	Localidad	Condición analizada	Ti	Te
IIIa	Buenos Aires	Invierno	20°C	0°C

Tabla 1: Datos zona bioambiental III.

Modelo analizado

Panel Maximma":

Se evaluó el sistema constructivo, considerando un módulo representativo. A continuación, se muestra un esquema del sistema analizado, según documentación entregada por el solicitante:

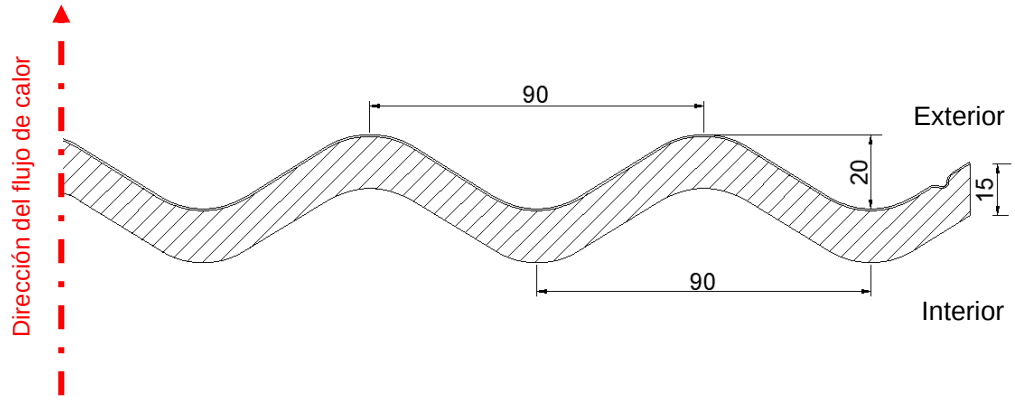
Identificación	Perfil de Ensayo
Detalle constructivo (sección)	

Tabla 2: Perfil de panel “Maximma”. Las medidas están expresadas en milímetros.

Panel “Wave":

Se evaluó el sistema constructivo, considerando un módulo representativo (Sección 2). A continuación, se muestra un esquema del sistema analizado, según documentación entregada por el solicitante:

Informe Técnico

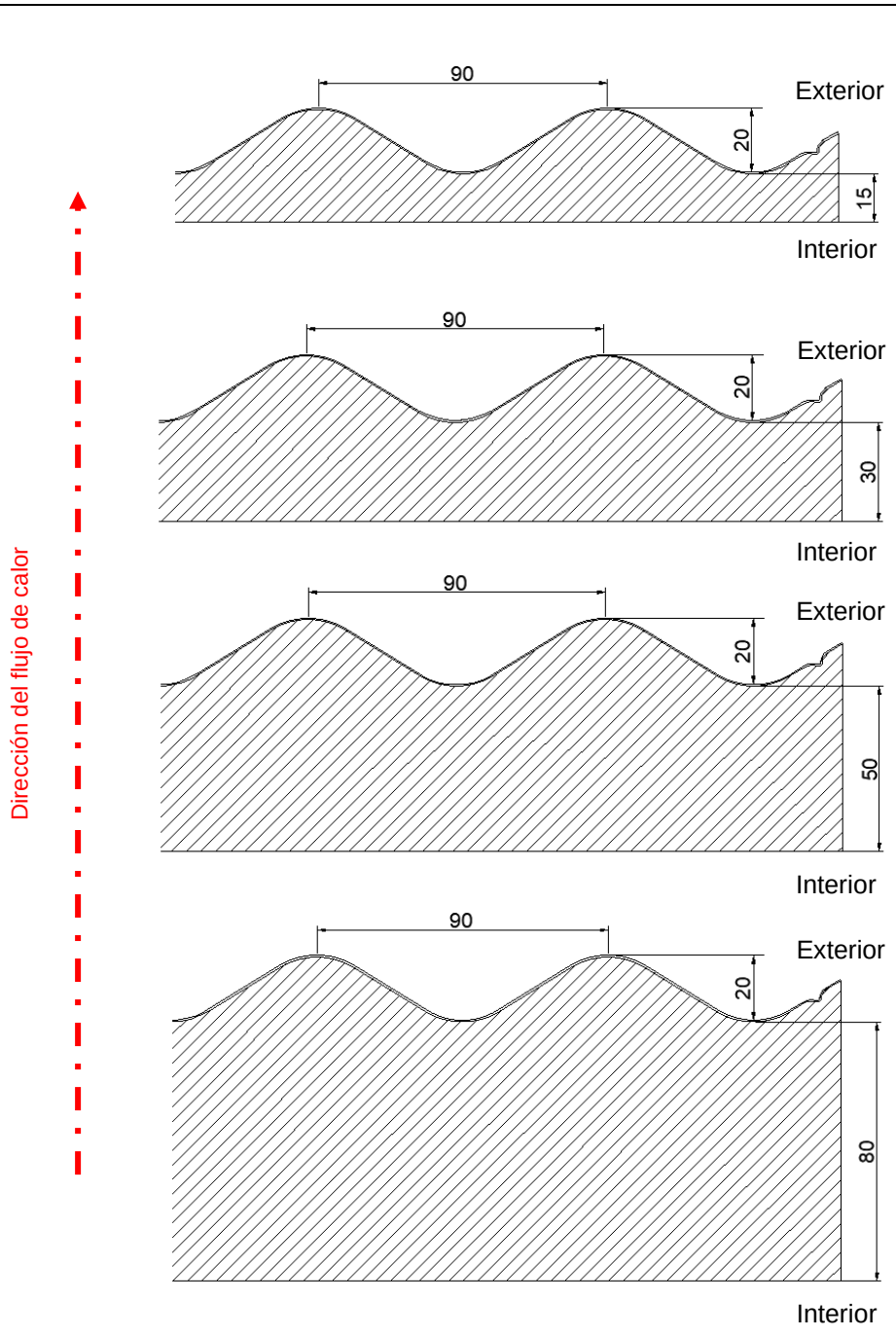
Identificación	Perfil de Ensayo
Detalle constructivo (secciones)	

Tabla 3: Perfiles de panel “Wave” (15 mm, 30 mm, 50 mm, 80 mm).

1. Evaluación térmica.

El valor de conductividad de cada material se presenta en la siguiente tabla:

Material	Densidad aparente (Kg/m³)	Conductividad térmica (W/mK)	Origen de los valores de conductividad térmica
Chapa calibre 25	7850	110	IRAM 11601 – Anexo A. Tabla A.1
Espuma de poliisocianurato (PIR)	30 a 60	0,023	IRAM 11601 – Anexo A. Tabla A.1
Foil de polipropileno blanco de 100 micrones	900 a 920	0,24	IRAM 11601 – Anexo A. Tabla A.11

Tabla 4: Espesores y valores conductividad térmica de los componentes del sistema constructivo.

Resultados

Para la realización del cálculo se consideró una sección perpendicular a la dirección principal del flujo de calor. El valor se determina mediante el promedio ponderado, como consecuencia de haber considerado los diferentes caminos de transmisión de calor existentes.

Para el trazado de las isotermas se emplean los valores de temperatura de aire adoptados: 0°C para el exterior y 20°C para el interior.

Los resultados obtenidos de los valores de transmisión de calor son, de todas maneras, independientes de los valores de temperatura considerados. A continuación, se presentan las distribuciones de isotermas sobre las secciones analizadas (Rsi=0,10m²K/W) y la distribución de las temperaturas en la superficie interior para todos los paneles analizados.

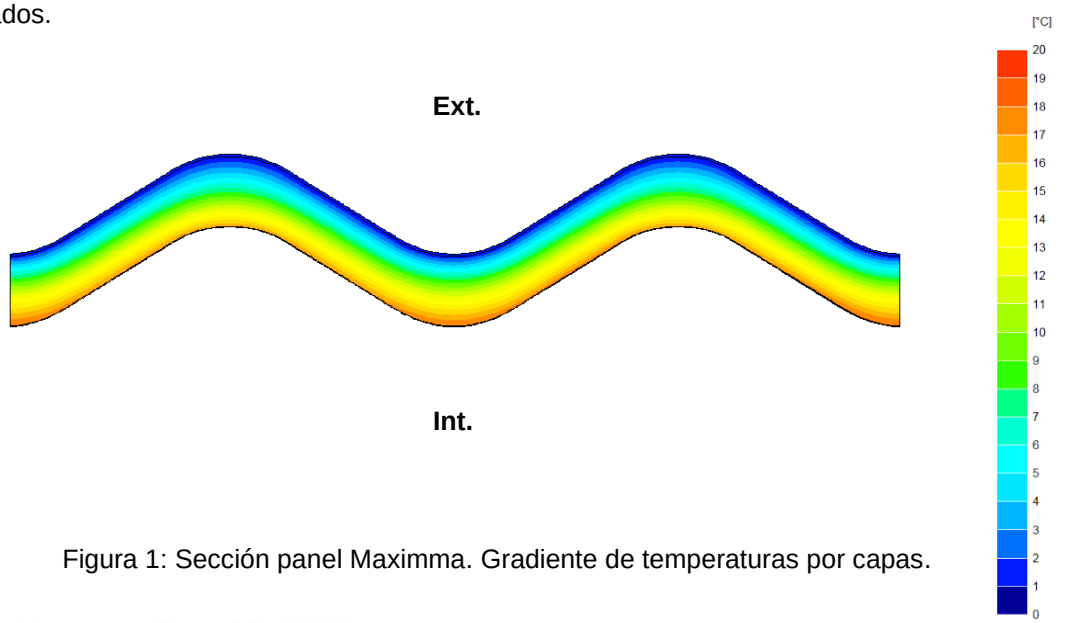


Figura 1: Sección panel Maximma. Gradiente de temperaturas por capas.

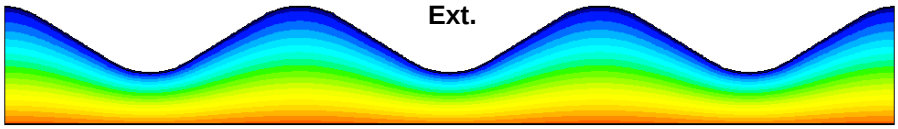


Figura 2: Sección panel “Wave” 15 mm. Gradiente de temperaturas por capas.

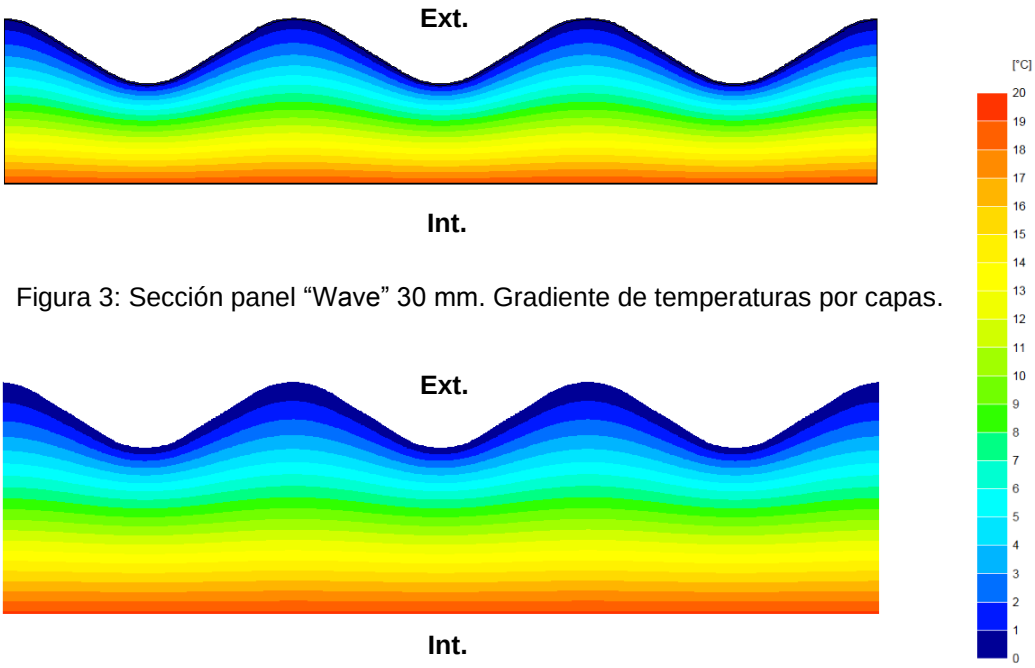


Figura 3: Sección panel “Wave” 30 mm. Gradiente de temperaturas por capas.

Figura 4: Sección panel “Wave” 50 mm. Gradiente de temperaturas por capas.

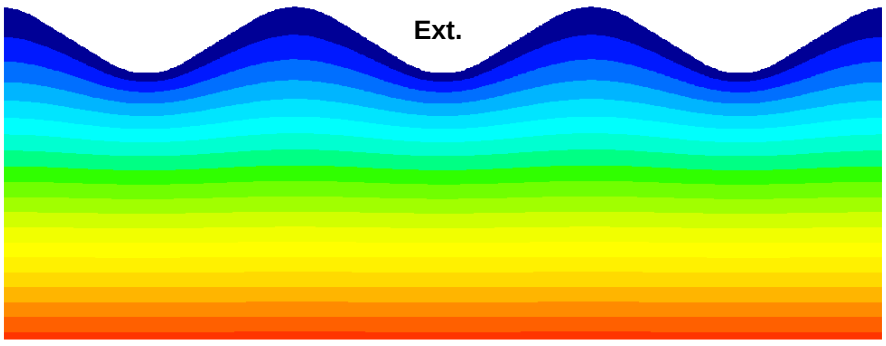


Figura 5: Sección panel “Wave” 80 mm. Gradiente de temperaturas por capas.

Transmitancia térmica	W/m²K
Maximma	**1,642**
Wave 15 mm	**0,927**
Wave 30 mm	**0,576**
Wave 50 mm	**0,385**
Wave 80 mm	**0,256**

Tabla 5: Tabla resumen con valores K promedio, de los sistemas analizados.

2. Verificación al riesgo de condensación superficial interior.

Para la realización del análisis higrotérmico teórico, se consideró una temperatura exterior de 0 °C, correspondiente a la temperatura mínima de diseño establecida para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Zona Bioambiental IIIb), conforme a la Norma IRAM 11603:2012 y una temperatura de bulbo seco de 18°C para el interior. La humedad relativa interior de diseño se determinó de acuerdo con lo establecido en el punto 5.2.2.2 de la Norma IRAM 11625:1991.
De acuerdo con las condiciones ambientales adoptadas, se halló la temperatura de rocío del aire interior. Considerando las resistencias térmicas superficiales interiores (Rsi) descritas en el presente informe.

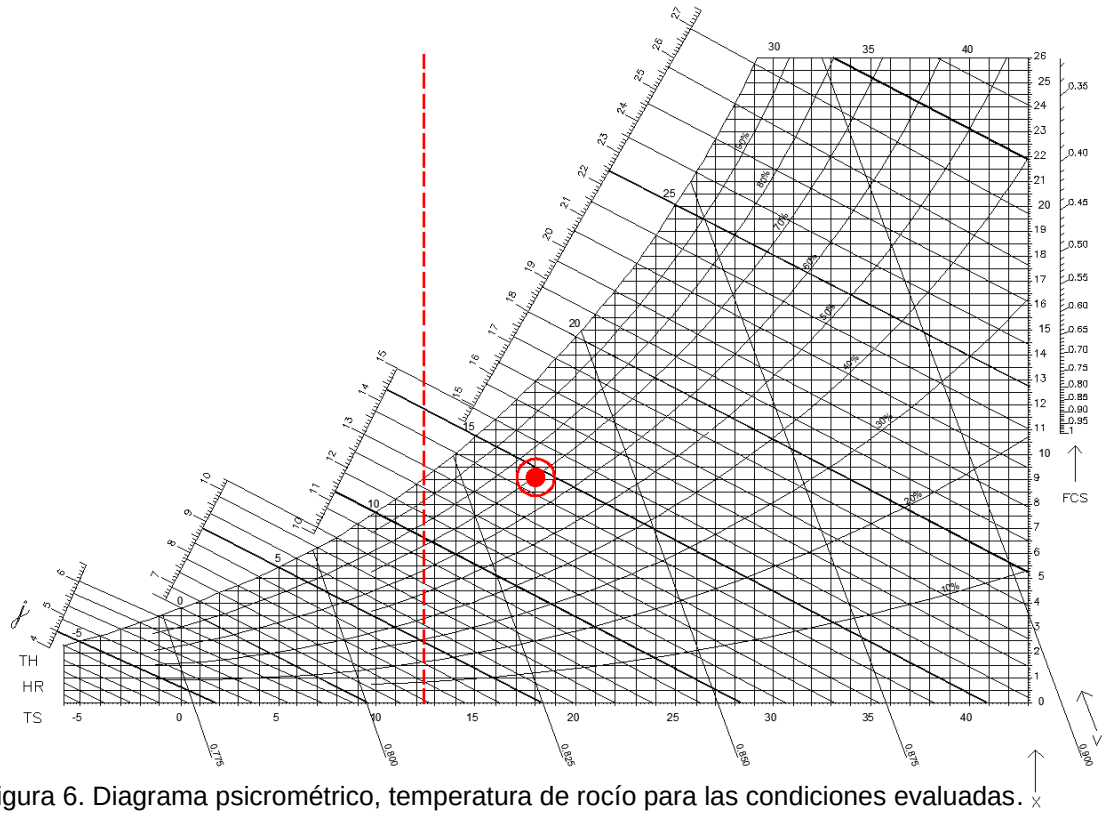


Figura 6. Diagrama psicrométrico, temperatura de rocío para las condiciones evaluadas.

Datos Psicrometrico	
Temperatura interior de diseño	18 ºC
Humedad relativa interior de diseño	70%
Presión	101,3 kPa
Volumen específico	52,51 m3/kg
Entalpía	40,9 kJ/kg
Temperatura Punto de Rocío	**12,40 ºC**

Tabla 6. Valores resultantes de las condiciones ambientales interiores.

A continuación, se presentan las temperaturas superficiales halladas en las caras interiores de los distintos paneles:

Paneles	**Tmin ºC**
Maximma	16,70
Wave 15 mm	17,66
Wave 30 mm	18,75
Wave 50 mm	19,21
Wave 80 mm	19,49

Tabla 7. Temperaturas halladas.

TABLA RESUMEN:

Sistema	**Superficie**	**$T_{si\ mín}$ (°C)**	**$T_{rocío}$ (°C)**	**Riesgos de condensación superficial**
Maximma	*Foil* de polipropileno	16,70	**12,4**	NO
Wave 15 mm	*Foil* de polipropileno	17,66		NO
Wave 30 mm	*Foil* de polipropileno	18,75		NO
Wave 50 mm	*Foil* de polipropileno	19,21		NO
Wave 80 mm	*Foil* de polipropileno	19,49		NO

Tabla 8. Verificación de riesgo de condensación superficial sobre *foil* de polipropileno.

Observaciones:

Se observa que, en los cinco casos analizados, la temperatura de rocío es inferior a las temperaturas mínimas obtenidas. Esto indica que no se presentan condiciones de condensación superficial para las condiciones analizadas. Sin embargo, cuando las temperaturas superficiales interiores -calculadas o medidas- son menores que la temperatura de rocío del aire en el interior del local, se generan condiciones propicias para la condensación de humedad sobre dichas superficies. Este fenómeno puede afectar negativamente el confort higrotérmico, favorecer el desarrollo de microorganismos y comprometer la durabilidad de los materiales expuestos.

Referencias

[1] NORMA IRAM sobre "Acondicionamiento Térmico de Edificios" N° 11601:2002

[2] THERMAL BRIDGES: A TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL TRANSIENT THERMAL ANALYSIS. P. Standaert, ASHRAE /DOE/BTECC Conference, USA (1985).

[3] IRAM 11625:1991/11630- Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua, superficial e intersticial, en muros, techos y otros elementos de edificios.

NOTA ACLARATORIA:

Los resultados presentados deben interpretarse como estimaciones obtenidas a partir del uso de herramientas de simulación computacional aplicando las mejores técnicas de cálculo disponibles al momento del análisis. No obstante, los datos de entrada utilizados —tanto los relativos a las propiedades térmicas de los materiales como a las condiciones ambientales— provienen de fuentes tabuladas y bibliografía técnica reconocida.

En consecuencia, si bien los resultados permiten realizar una evaluación del comportamiento higrotérmico con un grado razonable de confiabilidad, estos deben ser considerados como aproximaciones teóricas. Su validez puede ser confirmada mediante ensayos experimentales que reproduzcan condiciones de exposición reales o, preferentemente, las más desfavorables.

En el valor cálculo másico de condensado superficial, se deberá aplicar las siguientes consideraciones:

1-Considerando que el 10 % de los días del invierno presentan temperaturas más severas que la de diseño adoptada, esto ocurriría como máximo ocho días al año.

2-La temperatura de diseño no permanece constante durante las 24 horas; al elevarse la temperatura exterior en ciertas horas, puede producirse la evaporación del agua condensada.

3-Dado el carácter transitorio de la condensación, conviene que la superficie interior sea absorbente, permitiendo retener el agua hasta su evaporación con el aumento térmico.

4-El fenómeno puede agravarse bajo condiciones higrotérmicas distintas a las asumidas, como temperaturas exteriores de diseño más bajas o mayor humedad interior por hábitos de uso.

5-El valor estimado corresponde al comportamiento inicial, pero si la condensación persiste, los materiales pueden alterar sus propiedades al aumentar su contenido de humedad.

Observaciones

Los resultados presentados en este documento no constituyen un certificado de producto. En consecuencia, no habilitan el uso del logotipo del INTI en ningún producto o proceso aquí descrito, ya sea en formato físico, digital o gráfico.

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a los elementos recibidos, el INTI y la Dirección Técnica de Edificación y Rehabilitación Edilicia declinan toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe.

Informe Técnico

Las mediciones involucradas en este informe están vinculadas a los patrones de medida mantenidos en el INTI según legislación vigente, los cuales representan a las unidades físicas de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

El presente informe ha sido firmado digitalmente mediante el Sistema de Gestión Documental Electrónica (GDE) cumpliendo con los estándares internacionales de seguridad adoptados por la Infraestructura de Firma Digital de la República Argentina (IFDRA).

CLÁUSULAS APLICABLES A ESTE INFORME:

1. Los solicitantes podrán difundir los contenidos de este informe en la medida que su reproducción sea completa y exacta, citando al INTI como ejecutor de la tarea. El INTI no será responsable por el uso incompleto o inexacto de la información incluida en este documento.

2. Los resultados incluidos en este informe se refieren exclusivamente a los obtenidos en relación con el/los elemento/s ensayado/s y/o los servicios de asistencia tecnológica que hayan sido expresamente acordados con el solicitante.

3. El INTI no asume responsabilidad alguna respecto de la eventual extensión de los resultados informados a otro/s productos/s o elemento/s, diferente/s al/los ensayado/s (excepto que el muestreo previo haya sido realizado por el propio INTI) o a servicios que difieran de los expresamente acordados.

4. El INTI mantiene la confidencialidad respecto de la información generada durante el desarrollo de los ensayos, análisis, estudios o de todo otro servicio de asistencia, reservándose el derecho de utilizar los resultados obtenidos a partir de los mismos sólo con fines estadísticos, para su uso interno o para la divulgación genérica de sus actividades, adoptando en dichos casos las medidas de resguardo necesarias para preservar la propiedad de esa información y evitar la identificación de su origen.

5. Cuando la información a la que se refiere el punto anterior le sea requerida legalmente por una autoridad competente y/o por una autoridad judicial, el INTI informará de tal situación al propietario de la misma antes de ponerla a disposición del requirente.

6. En caso de violación de la cualquiera de las presentes cláusulas, el INTI adoptará las medidas legales correspondientes e iniciará las acciones administrativas y/o judiciales que se encuentren a su alcance.

Fin del Informe

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
AÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico firma conjunta

Número: IF-2025-118688403-APN-SOCEI#INTI

CIUDAD DE BUENOS AIRES
Viernes 24 de Octubre de 2025

Referencia: OT 224-5454 1 er parcial

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 9 pagina/s.

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.10.24 14:17:41 -03:00

Hernan Baulo
Técnico Profesional
Subgerencia Operativa de Construcciones e Infraestructura
Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.10.24 15:27:28 -03:00

Virginia Fernandez Gavilan
Técnico Profesional
Subgerencia Operativa de Construcciones e Infraestructura
Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.10.24 16:01:31 -03:00

Velazquez Silvia Beatriz
Subgerenta
Subgerencia Operativa de Construcciones e Infraestructura
Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL ELECTRONICA - GDE
Date: 2025.10.24 16:01:32 -03:00