NORLAB SAS

No: NLDQC-052

CERTIFICADO DE CALIDAD

ASTM D2794: Método estándar para determinar la resistencia al impacto de recubrimientos orgánicos sobre sustratos metálicos (Impacto)

Reporte de Resultados

NOMBRE COMPAÑIA	**Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA**
DIRECCIÓN	Calle 15 #31 - 42 Complejo Paloquemao
CIUDAD	Bogotá - Cundinamarca
PAIS	Colombia
TELEFONO	310 2529171
E-MAIL	geforero@sena.edu.co
CONTACTO PERSONA	Ing. Giovanny Enrique Forero Castaneda
ORDEN DE PRODUCCIÓN	941-25

De conformidad con lo previsto en la Ley 1581 de 2012, Decreto 1377 de 2013, Decreto 886 de 2014 y demás disposiciones normativas aplicables a la Protección de Datos Personales, NORLAB S.A.S, identificada con NIT 901101222-0, pone a disposición de los Titulares de la información que reposa en sus bases de datos y sus causahabientes la presente Política de Tratamiento de Datos Personales.

Sello autorizado.

1. Información del Equipo

Nombre del equipo: : **Gabinetes para almacenamiento de reactivos Inflamables**

Fabricados en: Acero Galvanizado

Color cuerpo: Blanco

Color Puertas: Amarillo y Gris

Modelo: 2025

Marca: NORLAB

Ubicación de instalación: **Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA**

2. Equipos Utilizados durante la prueba

Fecha de la prueba: 21/11/2025

Fecha del Reporte: 24/11/2025

Lugar de la prueba: Laboratorio Control Calidad_ NORLAB SAS

Instrumentos utilizados: Impactómetro, Estereoscopio.

Especificaciones:

Modelo: BEVS1601/1
Referencia: 160118184
Fecha Calibración pesa 2 lbs= 16/10/2025
Fecha Próxima Calibración: 16/10/2030
Cumple con ASTM D2794
Caída de peso: 8.9N (2 Lbs)
Diámetro de penetración: 15.9 mm
Diámetro del troquel: 16,3 mm
Altura del tubérculo: 63,6 cm



Fig. 1 Impactómetro.

Instrumentos utilizados: Estereoscopio.

Especificaciones:

Modelo: BEVS1601/1
Referencia: 160118184

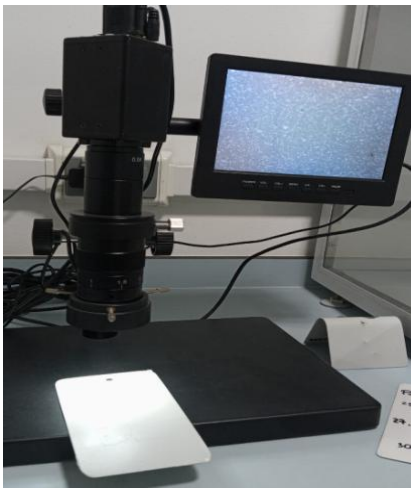


Fig. 2 Estereoscopio.

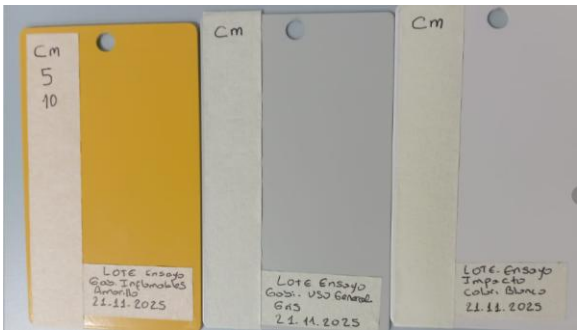


Fig. 3 Identificación del espécimen.

Condiciones ambientales de la prueba:

CONDICIONES AMBIENTALES	Prueba
Temperatura °C	22
Humedad Relativa %HR	62

Datos de la lectura de humedad y temperatura
Termohigrómetro: Control Company
Modelo: 4096
Serie: 170867679
Fecha Calibración:21/10/2025
Próxima Calibración:21/10/2030
Rango:
Temperatura:+ /- 1°C (15°C ~ 35°C)
RH:10% ~ 99%
Temperatura: 0°C-50°c (32°F-122°F



Fig. 4. Termohigrómetro

3. Normativa de Referencia

La norma **ASTM D2794** establece un método estándar para determinar la **resistencia al impacto de recubrimientos orgánicos** sobre sustratos metálicos. Los principales **objetivos** de esta norma son:

1. **Evaluar la resistencia al impacto de un recubrimiento**: Determinar la capacidad de un recubrimiento (pintura, barniz u otro) para soportar daños causados por una fuerza de impacto repentina, simulada por el ensayo.
2. **Medir la adherencia y flexibilidad del recubrimiento**: El ensayo evalúa qué tan bien el recubrimiento se adhiere al sustrato cuando está sometido a deformaciones causadas por el impacto.
3. **Establecer parámetros de comparación**: Proporcionar una base uniforme para comparar la resistencia al impacto de diferentes tipos de recubrimientos, formulaciones, espesores o métodos de aplicación.
4. **Evaluar el desempeño en condiciones reales**: Simular condiciones de daño mecánico que un recubrimiento podría enfrentar durante su uso, como golpes o impactos, para predecir su comportamiento y durabilidad.
5. **Control de calidad y desarrollo de productos**: Permitir a fabricantes y usuarios realizar controles de calidad para garantizar que los recubrimientos cumplen con los requisitos de resistencia al impacto.

El ensayo utiliza un peso de un tamaño y masa específica (2 libras = 0.91 kg), que cae desde diferentes alturas hasta impactar el recubrimiento a través de un émbolo hemisférico con un diámetro estándar, como 16,3 mm (0.64 pulgadas)**;** el cual golpea el recubrimiento con una fuerza determinada. Posteriormente, se evalúan **daños como grietas, desprendimientos o abolladuras** que afecten al recubrimiento.

La norma **ASTM D2794** no fija distancias absolutas (alturas) porque la prueba se basa en el nivel de **energía de impacto** deseado. La altura depende del peso utilizado y la energía de impacto requerida.

4. Resultados Medición de Impacto

Para la toma de alturas: Se selecciona la altura de caída para lograr un nivel de impacto específico, para recubrimientos estándar, valores entre **0,4 y 3,6 Joules** son comunes.

La altura suele aumentarse de manera incremental hasta que se observe un **fallo visible**, como grietas, descamación o deformación del recubrimiento.

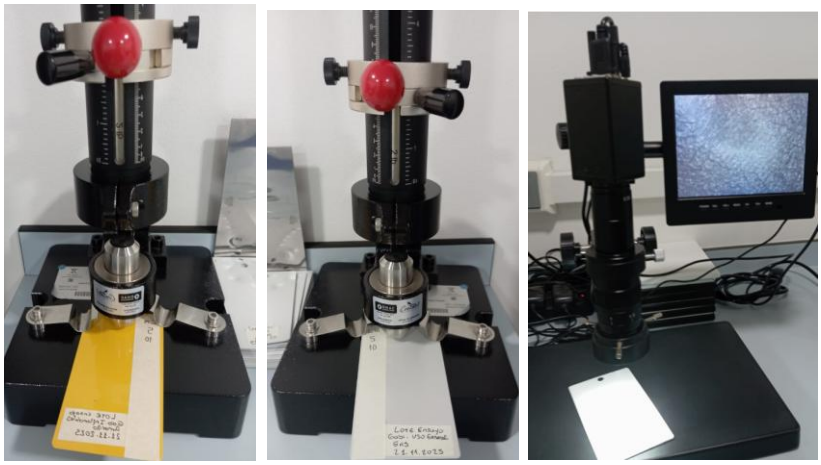
A continuación, se presentan las mediciones de impacto realizadas a diferentes alturas sobre las placas de acero galvanizado utilizadas en la fabricación de los gabinetes para almacenamiento de reactivos, dentro del proyecto desarrollado para el: **Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA**.

El objetivo fue calcular las alturas correspondientes a distintos niveles de energía, empleando incrementos de 5 cm para abarcar un amplio rango energético y asegurar precisión en los resultados del ensayo, de la siguiente manera:

Energía (Joules)	Altura (m)	Altura (cm)
0,4	0,045	5
0,9	0,101	10
1,3	0,146	15
1,8	0,203	20
2,2	0,248	25
2,7	0,304	30
3,1	0,349	35
3,6	0,399	40

Fig. 5 Tabla de energía por altura de impacto

Fig.6 Prueba 1 (Altura 5 y 10 cm)



Color: Blanco, Gris y Amarillo
Textura: Mate
Rayones visibles: No
Marcas visibles: SI
Conclusión:
NO AFECTA. Pasa a siguiente etapa.

Fig.7 Prueba 1 y 2 (Altura 15 y 20 cm)



Color: Blanco, Gris y Amarillo
Textura: Mate
Rayones visibles: No
Marcas visibles: SI
Conclusión:
NO AFECTA. Pasa a siguiente etapa.

Fig.8 Prueba 3, 4 y 5 (Altura 20, 25 y 30 cm)



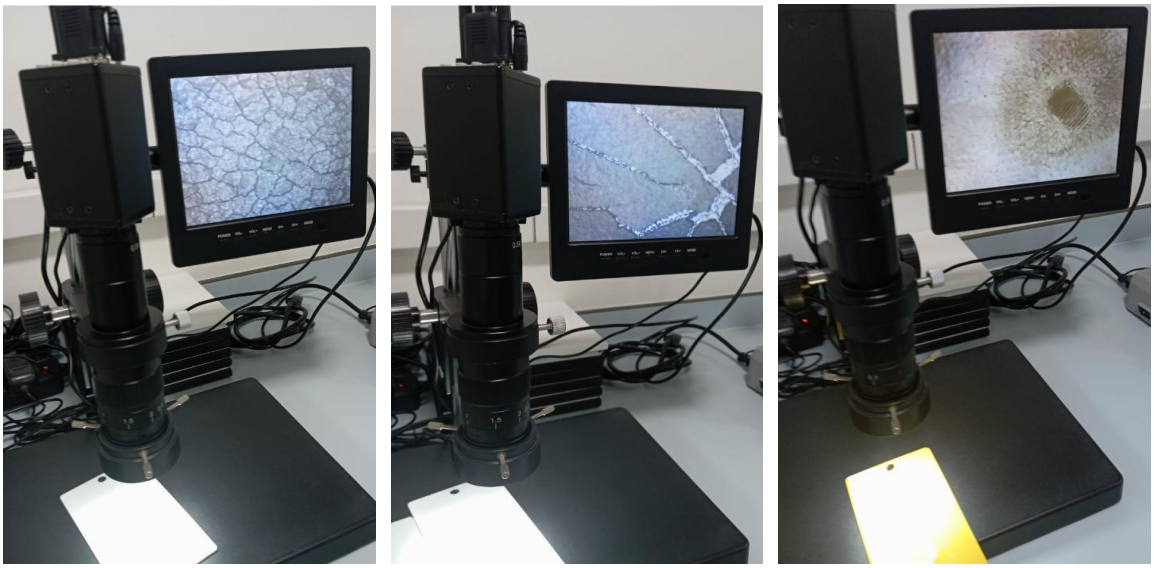
Color: Blanco, Gris y Amarillo
Textura: Mate
Rayones visibles: No
Marcas visibles: SI
Conclusión:
NO AFECTA. Pasa a siguiente etapa.
los cambios en su composición son mínimos.

fig.9 Prueba 6 y 7 (Altura 35 y 40 cm)



Color: Blanco, Gris y Amarillo
Textura: Mate
Rayones visibles: No
Marcas visibles: SI
Conclusión:
•Las muestras soportaron las condiciones de impacto a todas las alturas evaluadas sin manifestar fallas estructurales ni superficiales.

Fig. 10 Prueba (lectura por estereoscopía) a 40x en zona impactada a 30cm y 40 cm



Color: Blanco, Gris y Amarillo
Textura: Mate
En esta zona se observan trazos radiales originados por la distribución de la energía del impacto. Estas marcas no presentan bordes levantados, separación del recubrimiento ni indicios de fractura transgranular o intergranular.
No se observaron grietas visibles, deformaciones, ni daños que afecten la superficie del acero, manteniéndose homogénea, estable y continua.

A continuación, se presenta la tabla con las diferentes alturas y las observaciones realizadas mediante estereoscopio. En esta se evidencia que las 3 muestras ensayadas para los gabinetes, no presentaron grietas profundas, descamación ni daños superficiales en el área del impacto.

Altura (cm)	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
5	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK
25	OK	OK	OK
30	OK	OK	OK
35	OK	OK	OK
40	OK	OK	OK

Fig. 11 Tabla de resultados preliminares por altura de impacto.

5. Análisis de Resultados

1. Evaluación visual y estereoscópica del impacto

Las pruebas de impacto se realizaron aplicando cargas controladas desde diferentes alturas de 5cm hasta 40 cm, correspondientes a energías de 1 a 4 Joules, según la tabla establecida en el procedimiento. Cada muestra fue inspeccionada posteriormente mediante observación visual directa y análisis estereoscópico a aumentos de **1,5x** y **40x**, con el fin de identificar posibles fallas superficiales o microestructurales.

En todos los casos evaluados se observó que:

- **No se presentaron grietas visibles, deformaciones plásticas, desprendimientos ni descamación del recubrimiento.**
- Las superficies mostraron únicamente **marcas propias del contacto del impactador**, sin evidencia de propagación de fisuras.
- El recubrimiento se mantuvo íntegro, sin exponer el acero base.

Las imágenes obtenidas desde el estereoscopio respaldan estos resultados (Fig.10)

2. Integridad del recubrimiento y ausencia de grietas

Las grietas en materiales metálicos y recubrimientos suelen originarse cuando el impacto supera el límite de resistencia a la tracción, lo cual genera fisuras que pueden derivar en corrosión acelerada. Sin embargo, en las tres muestras evaluadas:

- No se detectaron grietas transgranulares ni intergranulares.
- No hubo evidencia de crecimiento de fisuras ni iniciación de fractura.
- La microestructura del recubrimiento y del acero base permaneció intacta.

Esto confirma que el sistema recubrimiento-sustrato posee una adecuada capacidad para **absorber energía mecánica sin comprometer su integridad estructural**.

3. Comportamiento frente a energías aplicadas

Las energías de impacto ensayadas (1 a 4 Joules) fueron completamente absorbidas por las muestras sin presentar daño estructural. Los resultados permiten concluir que:

- El recubrimiento presenta **alta resistencia mecánica**.
- La adherencia entre recubrimiento y acero es óptima, evitando desprendimientos ante cargas dinámicas.
- El sistema se comporta de manera estable frente a impactos, incluso en la condición más exigente (caída desde 30 cm).

6. Conclusiones

1. Las pruebas realizadas a energías de **0,4 a 3,6 Joules** (alturas entre **5 cm y 40 cm**) mostraron un desempeño óptimo bajo condiciones de impacto a diferentes alturas, sin presentar grietas, deformaciones ni desprendimiento del recubrimiento.

2. El análisis microscópico a **40x** confirmó la ausencia de defectos superficiales, evidenciando una buena adherencia y correcta aplicación del recubrimiento.

3. Los resultados obtenidos indican que el recubrimiento actúa como una, barrera eficiente frente a esfuerzos mecánicos manteniendo la protección del sustrato metálico frente a agentes corrosivos y daños por impacto. Esto refleja que el proceso de pintura fue **correctamente ejecutado**, cumpliendo condiciones adecuadas de curado, espesor, adherencia y preparación de superficie.

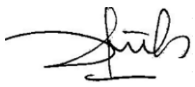
4. El análisis visual, estereoscópico y fractográfico confirma que **todas las muestras ensayadas superaron satisfactoriamente la prueba de impacto**. No se observaron grietas, desprendimientos o fallas del recubrimiento, lo cual demuestra que los gabinetes evaluados cuentan con un sistema de protección superficial robusto, capaz de soportar impactos accidentales sin comprometer su desempeño ni su durabilidad.

5. En conclusión, el sistema recubrimiento-sustrato evaluado **cumple** con los requisitos de **resistencia al impacto**, confirmando su idoneidad para los productos ensayados y su confiabilidad en condiciones de operación real.

ESPACIO
INTENCIONALMENTE EN BLANCO

8. Firma y Datos del Responsable

Elaboró

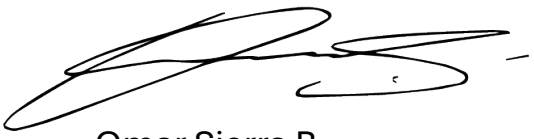


Hilda Salazar R

Dir Laboratorio

Dirzona5@norlab.com.co

Revisó y Aprobó



Omar Sierra B.

Gerente General

info@norlabdesign.com

ESPACIO
INTENCIONALMENTE EN BLANCO

ESPACIO
INTENCIONALMENTE EN BLANCO

ESPACIO
INTENCIONALMENTE EN BLANCO