

# ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE PINTURA PARA USO EN UN VEHÍCULO LANZADOR

## Characterization Tests of Paint for Use in a Launch Vehicle

Presentación: 06/09/2023

### **German Suarez**

Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - Av. 7 776, La Plata, Buenos Aires (CP: 1900), Argentina.

[german.suarez@alu.ing.unlp.edu.ar](mailto:german.suarez@alu.ing.unlp.edu.ar)

### **Nicolas Mattioli**

Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - Av. 7 776, La Plata, Buenos Aires (CP: 1900), Argentina.

### **Elmar Mikkelson**

Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - Av. 7 776, La Plata, Buenos Aires (CP: 1900), Argentina.

[elmar.mikkelson@ing.unlp.edu.ar](mailto:elmar.mikkelson@ing.unlp.edu.ar)

### **Hernán Vilaseca**

Vehículos Espaciales de Nueva Generación (VENG) – Av. Paseo Colón 505, CABA (CP: 1063), Argentina.

[hvilaseca@veng.com.ar](mailto:hvilaseca@veng.com.ar)

### **Solange Feldman**

Vehículos Espaciales de Nueva Generación (VENG) – Av. Paseo Colón 505, CABA (CP: 1063), Argentina.

[sfeldman@veng.com.ar](mailto:sfeldman@veng.com.ar)

## **Resumen**

El recubrimiento de un vehículo lanzador desempeña múltiples funciones, pero dos de ellas destacan en particular: la protección contra la corrosión de los materiales que conforman la estructura del vehículo, y el control térmico durante el tiempo de rampa en el PAD de lanzamiento.

Con el objetivo de seleccionar el recubrimiento más adecuado, se llevó a cabo una campaña de ensayos. En esta etapa, se buscó asegurar la compatibilidad con los diversos sustratos, evaluar la adhesividad, medir la resistencia a la corrosión mediante pruebas de niebla salina, analizar la compatibilidad química con líquidos que pueden interactuar (como el oxígeno líquido y el RP1) y comprobar la resistencia a las temperaturas de exposición mediante ciclos térmicos.

Posteriormente, se procedió a implementar procedimientos e instalaciones lo más simples y económicos posibles para llevar a cabo la aplicación del recubrimiento en los distintos módulos que componen el vehículo. Este enfoque se adoptó con el objetivo de optimizar los recursos y garantizar la eficacia del proceso de recubrimiento.

De esta manera, a través de la campaña de ensayos y la implementación de procedimientos e instalaciones adecuadas, se logró avanzar en la selección y aplicación del recubrimiento más idóneo para cumplir con los requisitos de protección contra la corrosión y control térmico en el vehículo lanzador.

Palabras clave: Recubrimiento, Vehículo lanzador, Protección a la corrosión, Control térmico.

## Abstract

The coating of a launch vehicle fulfills multiple functions, but two of them stand out in particular: protection against corrosion of the materials comprising the vehicle's structure, and thermal control during the ramp time at the launch pad.

To select the most suitable coating, a testing campaign was conducted. During this stage, efforts were made to ensure compatibility with various substrates, evaluate adhesion, measure corrosion resistance through salt spray tests, analyze chemical compatibility with interacting liquids (such as liquid oxygen and RP1), and verify resistance to exposure temperatures through thermal cycling.

Subsequently, procedures and facilities were implemented with the aim of achieving the simplest and most cost-effective application of the coating on the different vehicle modules. This approach was adopted to optimize resources and ensure the effectiveness of the coating process.

Through the testing campaign and the implementation of appropriate procedures and facilities, significant progress was made in the selection and application of the most suitable coating to meet the requirements of corrosion protection and thermal control in the launch vehicle.

Keywords: Coating, Launch vehicle, Corrosion protection, Thermal control,

## Introducción

Para controlar los intercambios de calor que ocurren en los sistemas espaciales y garantizar su correcto funcionamiento, se emplean diversas estrategias. Uno de los métodos utilizados para implementar un sistema de protección térmica en un vehículo lanzador implica el uso de un conjunto de recubrimientos y pinturas que cumplen con requisitos técnicos específicos. Estos recubrimientos y pinturas, en esencia, evitan que las diferentes secciones del vehículo superen ciertas cargas térmicas que podrían ocasionar problemas estructurales y/o afectar el funcionamiento adecuado de los componentes.

Dependiendo del régimen de vuelo y la geometría de la cofia, los valores de temperatura en la punta pueden alcanzar aproximadamente los 700°C, mientras que en el fuselaje se mantienen alrededor de los 100°C. Por otro lado, las temperaturas en los tanques de líquidos criogénicos se encuentran en un rango de cercano a -180°C.

Se pueden observar ejemplos de pinturas de control térmico en diferentes lanzadores (Figura 1). Estas pinturas se aplican en áreas pintadas de blanco y negro para lograr las temperaturas de equilibrio deseadas en el diseño. Con la excepción de los logotipos y emblemas, la mayoría de los vehículos lanzadores se recubren con pinturas blancas. Esta elección se basa en consideraciones térmicas y de transferencia de calor. La pintura blanca refleja la mayor cantidad de radiación incidente, actuando como un regulador térmico y generando incrementos de temperatura más bajos en esas secciones.



Figura 1. Ejemplos de vehículos con secciones blancas y negras. Fuente: Ariespace | NASA

Los recubrimientos y materiales superficiales con características específicas de absorción y emisión de calor se utilizan comúnmente como técnicas pasivas de control térmico y son útiles para mantener las temperaturas del vehículo lanzador dentro de límites aceptables. Estos recubrimientos deben cumplir con diversos requisitos técnicos y de compatibilidad, incluida la compatibilidad con el sustrato en términos físicos y químicos. Para cumplir con estos requisitos, se buscaron diferentes proveedores que ofrecieran productos que cumplan las demandas técnicas. La falta de implementación de un sistema de control y protección térmica efectivo para las partes del vehículo lanzador puede ocasionar fallas estructurales y/o operativas.

La Figura 2 proporciona un resumen de los requisitos técnicos que deben cumplir los recubrimientos utilizados en diferentes secciones del vehículo lanzador, como la zona de la cofia (zona superior), la zona del fuselaje, los tanques (zonas media e inferior) y la zona de la antena (zona media). Las principales características que deben tener las pinturas incluyen la compatibilidad con el sustrato, resistencia térmica en diferentes rangos de temperatura y ser de color blanco.

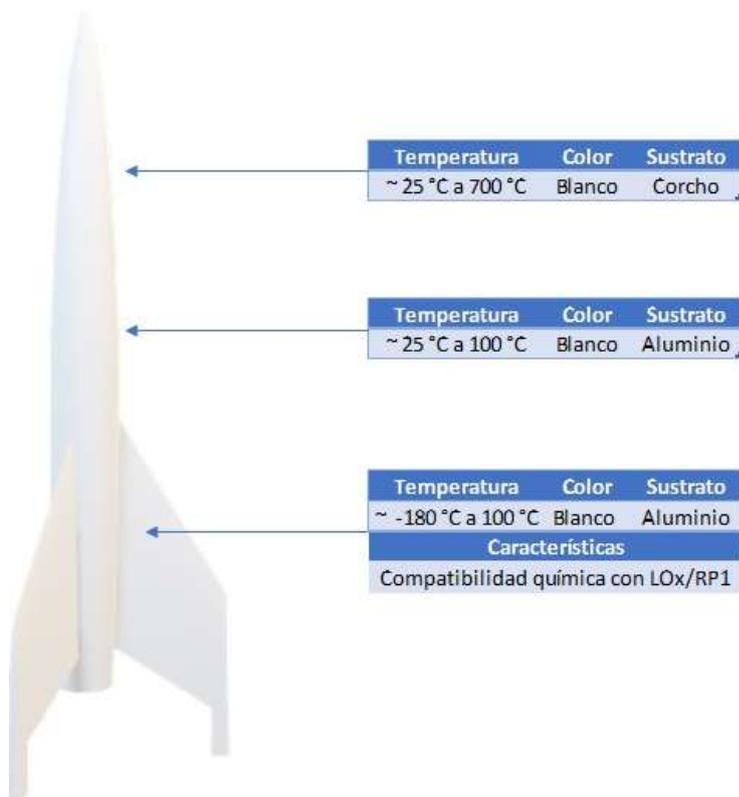


Figura 2. Resumen de los requerimientos técnicos del recubrimiento.

## Materiales y métodos

En la Tabla 1, se mencionan los proveedores de recubrimientos y pinturas, a nivel nacional e internacional, los productos ofrecidos y/o recomendados por cada uno, en función de las especificaciones técnicas requeridas.

Tabla 1. Proveedores seleccionados y sus principales características.

Origen	Proveedor	Ventajas
Internacional	P1	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Gran variedad en productos disponibles (recubrimientos, pinturas y primers).</li> <li>· Productos calificados para la industria aeroespacial.</li> <li>· Capacidad de brindar información técnica y responder cualquier inquietud.</li> </ul>
Nacional	P2	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Productos calificados para la industria aeronáutica y aviónica.</li> <li>· Muchos años de experiencia en el rubro.</li> <li>· Capacidad de brindar información y responder cualquier inquietud.</li> </ul>
Nacional	P3	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Gran variedad de productos destinados a la industria química, petroquímica, de oíl y gas.</li> </ul>

Luego de conversar con los responsables técnicos de cada proveedor, los tipos de pinturas recomendados fueron:

1. Epoxy aeronáutico: es un tipo de resina termo endurecible con estándares de la industria aeroespacial
2. Poliuretano aeronáutico: polímero de alta resistencia que cumple con los estándares aeroespaciales
3. Epoxy industrial: resina termo endurecible para recubrir estructuras con fines fabriles
4. Orgánico: compuesta por distintos materiales de origen orgánico

## Metodología

A partir de los datos presentados anteriormente, se construyeron diferentes probetas, las mismas están formadas por el sustrato (aluminio y/o corcho) y sobre él, se recubrieron con los distintos tipos de pinturas. Luego se verificó la calidad de estos para poder descartar las pinturas que no cumplen con los requerimientos seleccionados previamente.

Para aplicar la pintura se utilizó una cámara de pintado, ligeramente presurizada, con temperatura y humedad controlada. El personal especializado utilizó técnicas convencionales de aplicación de pintura con pistolas de alta presión. Todo esto para poder garantizar una correcta aplicación del producto y su posterior curado.

En lo referente a la verificación de la calidad de la pintura para conocer si las mismas cumplen requerimientos técnicos elegidos, se utilizaron los criterios de clasificación indicados en las distintas normas internacionales utilizadas. En la mayoría de los casos se clasifica en “Aprobado” o “No aprueba”

## Esquemas de pintado y tipos de recubrimientos

Después de revisar la información provista por los distintos fabricantes de las pinturas, sobre las mejores combinaciones de los distintos tipos de recubrimientos, se desarrolló 7 esquemas de pintado (4 para el sustrato de aluminio y 3 para el sustrato de corcho) que se presentan en la Tabla 2 y Tabla 3. La calidad de cada esquema de pintado se verifica mediante distintos ensayos que se describen en la Tabla 5, con el fin de poder identificar cuál se encuentra más alineada con los requerimientos técnicos solicitados.

Tabla 2. Esquema de pintado de los recubrimientos utilizados (Aluminio).

Marca	Ref.	Tipo	N° de manos
P2	I	Epoxy aeronáutico	2
P2	II	Poliuretánico aeronáutico	2
P3	III	Epoxy industrial	2
P1	IV	Orgánico	2

Tabla 3. Esquemas de pintado de los recubrimientos utilizados (Corcho).

Marca	Ref.	Tipo	N° de manos
P2	V	Poliuretánico aeronáutico	2
P2	VI	Poliuretánico aeronáutico	1
P1	VII	Orgánico	2

Es menester considerar la masa que agrega el recubrimiento al vehículo lanzador una vez aplicado. Esto se evidencia con la densidad superficial [ $\text{g}/\text{m}^2$ ], que se calcula en base a las diferencias de pesos (antes y después de pintar) y las medidas de las superficies de cada probeta por cada esquema de pintado utilizado. De esa manera obtendremos una referencia de la cantidad de masa que nos agrega cada esquema de pintado por metro cuadrado de superficie pintada.

Con los datos recaudados se llega a los siguientes resultados informados en la Tabla 4.

Tabla 4. Densidad superficial promedio por tipo de sustrato y esquema de pintado.

Aluminio		Corcho	
Esquema de pintado	Densidad superficial promedio ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	Esquema de pintado	Densidad superficial promedio ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
P2 I	$159 \pm 16$	P2 V	$284 \pm 18$
P2 II	$165 \pm 9$	P2 VI	$143 \pm 14$
P3 III	$306 \pm 16$	P1 VII	No disponible
P1 IV	No disponible		

## Resultados y discusión

Para garantizar una correcta performance de los recubrimientos seleccionados como posibles candidatos para usar en el vehículo lanzador, se realizó una serie de ensayos y verificaciones cuyo objetivo es asegurar que estos cumplan con los requerimientos técnicos mencionados anteriormente. Se toman como referencia y criterio de clasificación distintas normas internacionales (ej. ISO, IRAM, etc.) correspondientes a cada ensayo. En la siguiente tabla, se mencionan los ensayos llevados a cabo, las normas utilizadas para cada uno de ellos, y sobre qué sustratos fueron evaluados.

Tabla 5. Resumen de ensayos, normas y sustratos.

ENSAYOS	NORMAS	SUSTRATOS ENSAYADOS
Adhesividad	ISO 2409	Aluminio 2219
		Aluminio 6061
		Corcho fenólico
Niebla Salina	ISO 9227	Aluminio 2219
		Aluminio 6061
Ciclado Térmico (entre -180 °C / 25 °C)	ISO 14188	Aluminio 2219
		Aluminio 6061
Compatibilidad Química frente a agente combustible (Líquido I)	ISO 2812 – 1	Aluminio 2219
		Aluminio 6061
Compatibilidad Química frente a agente comburente (Líquido II)	ISO 2812 – 1	Aluminio 2219
		Aluminio 6061
Compatibilidad Química frente a un alcohol secundario (Líquido III)	ISO 2812 – 1	Aluminio 2219
		Aluminio 6061

## Ensayo de Adhesividad

El objetivo es evaluar la resistencia de un recubrimiento a la separación del sustrato cuando se realiza, sobre el mismo, un corte que llega hasta la superficie de la probeta. De manera simplificada, la norma ISO 2409 propone realizar un patrón conformado por seis cortes paralelos en el revestimiento y otros seis cortes perpendiculares a los primeros, penetrando hasta el sustrato. La norma indica que la separación de los cortes en cada dirección debe ser igual y dependerá del espesor del revestimiento y del tipo de sustrato. Luego, se eliminan las partículas sueltas mediante una limpieza con pincel realizada de manera manual, el corte se inspecciona visualmente y se califica según lo indicado en la norma.

En la Figura 3 se observa una probeta pintada con el ensayo realizado.

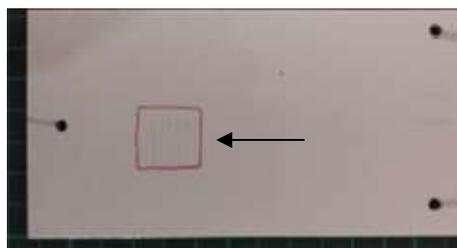


Figura 3. Probetas con recubrimiento blanco con el ensayo de adhesividad realizado. Observar el cuadrículado y sus desprendimientos

## Resultados: Ensayo de Adhesividad

De todas las probetas ensayadas, no se percibe desprendimiento alguno de partículas de pintura para ningún esquema de pintado. En consecuencia, se determina que ninguna de las opciones nacionales e internacionales candidatas posee falla respecto a la adhesividad del recubrimiento en su correspondiente sustrato.

## Ensayo de Niebla Salina

El ensayo de niebla salina tiene por objetivo verificar la resistencia a la corrosión adicional brindada por el recubrimiento. Es un ensayo particularmente útil para un análisis simple de discontinuidades, tales como poros y otros defectos en el recubrimiento.

Una cámara de niebla salina es un equipo de laboratorio planteado para realizar ensayos de corrosión de forma acelerada, el cual proporciona una atmósfera corrosiva formada por una niebla salina, controlando las variables que intervienen en el proceso (tipo de solución y concentración, temperaturas y presiones de operación, modo de pulverización, entre otras).

Para llevar a cabo el ensayo, se toma como referencia la norma ISO 9227, la cual especifica y detalla aquellas cuestiones relacionadas, mencionadas anteriormente.

En un primer paso, se limpian las probetas con alcohol isopropílico y paños de limpieza, se recubren bordes y agujeros con goma butílica, y se realiza una incisión, en forma de T, en una de las caras (Figura 4).



Figura 4. Incisión, en forma de T, sobre una de las caras de las probetas. Previo a introducirlas en la cámara de niebla salina.

Las probetas se introducen en una cámara de niebla salina, sobre las cuales se atomiza una solución de cloruro de sodio (NaCl), grado analítico, de concentración determinada, durante tiempo determinado (Figura 5).



Figura 5. Probetas en el interior de la cámara de niebla salina.

Finalizado dicho período, se retiran las probetas, se enjuagan con agua corriente para eliminar restos de solución, y ser inspeccionadas visualmente. De este modo, se determina si la exposición a un entorno salino afecta negativamente la adherencia de los distintos esquemas de recubrimientos utilizados sobre sustratos metálicos.

Se ensaya un total de seis probetas metálicas, tres de aluminio 2219 y tres de aluminio 6061, pintadas previamente con los esquemas de pintado I, II y III.

## Resultados: Ensayo de niebla salina

Por un lado, las probetas de aluminio 2219 se vieron más afectadas que las probetas de aluminio 6061, observándose formación de ampollas en puntos contiguos en donde se practicaron las incisiones. En la Figura 6, Figura 7 y Figura 8, se observa que el recubrimiento II es el que presenta un mayor grado de desprendimiento.



Figura 6. Aluminio 2219. Esquema de Pintado I.



Figura 7. Aluminio 2219. Esquema de Pintado II.



Figura 8. Aluminio 2219. Esquema de Pintado III.

Por otro lado, como se puede ver en las siguientes figuras, la probeta de aluminio 6061 recubierta con esquema de pintura II fue la única que presentó formación de ampollas y desprendimiento del recubrimiento en zonas adyacentes a las incisiones. Los otros esquemas de recubrimientos no presentan desperfectos.



Figura 9. Aluminio 6061. Esquema de Pintado I.



Figura 10. Aluminio 6061. Esquema de pintado II.



Figura 11. Aluminio 6061. Esquema de pintado III.

## Ensayo de Compatibilidad Química frente a agentes combustible (líquido I) y comburente (líquido II)

El ensayo de compatibilidad química frente los líquidos I y II tiene por objetivo corroborar la compatibilidad y la resistencia química de los distintos esquemas de recubrimientos utilizados sobre probetas metálicas de aluminio.

Para llevar a cabo el ensayo, se toma como referencia una adaptación a la norma IRAM 1109 – B y la norma ISO 2812 -1.

A continuación, se enuncian distintos escenarios posibles que generan la necesidad de realizar este ensayo:

- Aparición de fugas en el umbilical de carga que salpiquen la pintura.
- Aparición de manchas de combustible y/o comburente producidas durante el procedimiento propio de carga.
- Aparición de manchas de combustible y/o comburente producidas durante el procedimiento de descarga en caso de aborto de lanzamiento.
- Aparición de otros derrames que sean causas de manchas o salpicaduras en la pintura, generados por un error durante la operación y manipulación de ambos agentes químicos.

El ensayo consiste en sumergir una probeta previamente pintada en un recipiente que contenga el agente químico de interés, hasta una determinada altura, durante un determinado tiempo. Paso siguiente, se retira, y se deja escurrir unos segundos, luego se genera una presión con el dedo pulgar y se rota noventa grados. Se inspecciona visualmente si existiera la formación de ampollas, burbujas, desprendimientos de pinturas u otro cualquier defecto que puedan haberse originado como consecuencia de alguna reacción química ocurrida durante el contacto líquido/recubrimiento.



Figura 12. Inmersión de probeta en el agente químico I.



Figura 13. Inmersión de probeta en el agente químico II.



Figura 14. Inspección de aparición de defectos luego de inmersión.

El ensayo de compatibilidad química frente al líquido combustible se aplica a ocho probetas totales: cuatro de aluminio 6061 y cuatro de aluminio 2219. Se ensayan los esquemas de recubrimientos I, II, III y IV

El ensayo de compatibilidad química frente al agente comburente se aplica a un total de seis probetas de aluminio: tres de aluminio 6061 y otras tres de aluminio 2219. Aplica a los esquemas de pintura I, II y III.

### Resultados: Ensayo de Compatibilidad Química frente al líquido I y líquido II

Respecto al ensayo de compatibilidad química frente al agente químico I (combustible), los primeros tres esquemas de recubrimientos no mostraron falla o alteración alguna. Sin embargo, el esquema de recubrimiento orgánico resultó ser incompatible químicamente. Luego del procedimiento de inmersión, al presionar la superficie de la probeta, se observa un desprendimiento y corrimiento de la pintura.

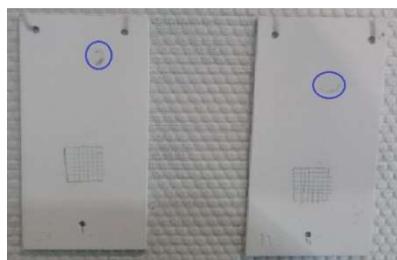


Figura 15. Probetas de Aluminio 2219 (izquierda) y 6061 (derecha), recubiertas con esquema de pintura IV, luego de inmersión en agente químico I.

Para lo relacionado al agente químico II (comburente), todas las probetas y los esquemas de pintura utilizados no muestran discontinuidades o alteraciones.

### Ensayo de Compatibilidad Química frente a agente químico (alcohol secundario) III

El ensayo de compatibilidad química frente al agente químico III tiene el mismo objetivo que los ensayos descriptos anteriormente. Tanto la norma tomada como base como el procedimiento aplicado son coincidentes.

La principal diferencia radica en que, este ensayo solo se ejecuta sobre probetas metálicas pintadas con esquema orgánico (IV). Considerando que este agente químico III es el principal agente de limpieza utilizado sobre sustrato metálico aluminio, previo a realizar un ensayo, se debe verificar si existe compatibilidad química entre el químico y el recubrimiento.

El ensayo se aplica a dos probetas metálicas, una de aluminio 6061 y otra de 2219, previamente pintadas.

### Resultados: Ensayo de Compatibilidad Química III

En ambos casos, se observa una incompatibilidad química. Luego de la inmersión, se aprecia formación de ampollas y desprendimiento de la capa de pintura.

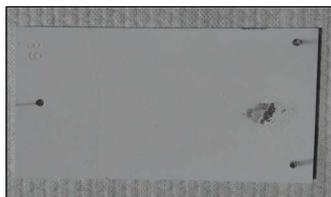


Figura 16. Aluminio 2219, luego de inmersión en alcohol isopropílico.



Figura 17. Aluminio 6061T6, luego de inmersión en alcohol isopropílico.

### Ensayo de Ciclado Térmico

En este ensayo entre temperaturas elevadas y criogénicas se busca caracterizar, verificar, evaluar y garantizar la calidad de los recubrimientos y del procedimiento de pintado de las superficies de aluminio y esquemas de pinturas aplicadas frente a variaciones térmicas.

El procedimiento seleccionado es una modificación a la norma ISO 14188, para ser aplicable a los recubrimientos que son de base orgánica, epoxy y/o poliuretánico.

Las probetas seleccionadas fueron introducidas en la cámara térmica, programada para realizar un ciclado térmico semejante al que se muestra en la Figura 18:

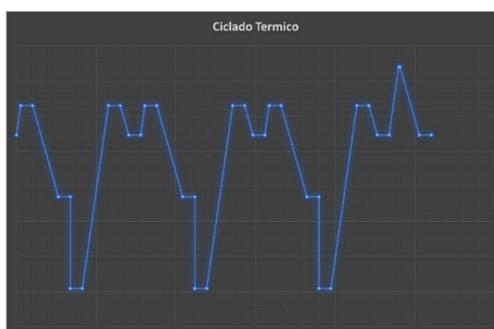


Figura 18. Esquema del ciclado térmico: 4 ciclos.

Finalizado el ciclado térmico, se inicia la inspección visual de las probetas ensayadas, en búsqueda de alteraciones o defectos (como desprendimiento, agrietamiento, descascarado del recubrimiento, etc.).

### Resultados: Ensayo de Ciclado Térmico

Luego del examen de las probetas ensayadas (Figura 19) no se observa ningún tipo de defecto.



Figura 19. Ejemplo de probetas después del ensayo de ciclado térmico.

## Ensayo de Adhesividad en probetas expuestas a Ciclado Térmico

Con el fin de verificar la adherencia de la pintura, luego del ciclado térmico, a determinadas probetas seleccionadas, se les realiza el ensayo de adhesividad (Del mismo modo que fue descripto anteriormente) y no se observa ningún desprendimiento.

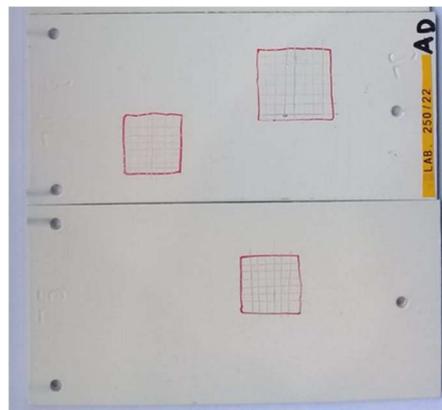


Figura 20. Probetas que pasaron por el ciclado térmico, luego del ensayo de adhesión.

## Conclusiones

Se proponen inicialmente varios esquemas de pintado para los diferentes tipos de sustratos. Luego se seleccionan distintos ensayos para verificar la calidad y el cumplimiento de los requerimientos técnicos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas y las partes del vehículo lanzador.

En la evaluación para seleccionar el proveedor de recubrimiento también se considera la calidad del servicio postventa, la disponibilidad del producto y sus características, su experiencia en el mercado, recomendaciones y normas de calidad que posee, así como también que pueda garantizar la trazabilidad de producto y que su formulación no cambie con el tiempo.

Considerando lo mencionado, se recomienda descartar la opción II del esquema de pintado (base epoxy y recubrimiento poliuretánico) de P2 por no superar de manera exitosa el ensayo de niebla salina, principalmente con el sustrato aluminio.

También se sugiere no considerar la pintura ofrecida por el proveedor P1 por no cumplir con la compatibilidad química al agente III

Los otros esquemas de pintura han pasado exitosamente las pruebas realizadas. Sin embargo, la selección definitiva del recubrimiento y su proveedor quedará pendiente de análisis y ensayos adicionales.

## REFERENCIAS

- CIDEPINT. (s.f.). *Control de calidad de películas de pinturas. Autores: Guidice; Pereyra (CIDEPINT).*
- IRAM. (s.f.). *Norma IRAM 1109 B11: Pinturas. Métodos de ensayo generales. Método de determinación de la resistencia al aguarrás mineral.*
- ISO. (s.f.). *Norma ISO 13076-2019: Pinturas y barnices – Iluminación y procedimiento para las evaluaciones visuales de los recubrimientos.*
- ISO. (s.f.). *Norma ISO 14188: Recubrimientos metálicos e inorgánicos. métodos de ensayo para medir la resistencia al ciclado térmico y la resistencia al shock térmico para recubrimientos de barrera térmica.*
- ISO. (s.f.). *Norma ISO 1513-2010: Pinturas y barnices – Pruebas y preparación de muestras de prueba.*
- ISO. (s.f.). *Norma ISO 15528-2013: Pinturas, barnices y materias primas para pinturas y barnices – Muestreo.*
- ISO. (s.f.). *Norma ISO 17872: Incisiones para probetas a ensayar.*
- ISO. (s.f.). *Norma ISO 2409: Ensayo de adhesividad.*
- ISO. (s.f.). *Norma ISO 2812: Determinación de Resistencia a líquidos. Inmersión en Líquidos Distintos al Agua.*
- ISO. (s.f.). *Norma ISO 9227: Ensayo de niebla salina.*
- US Army. (n.d.). *Norma MIL-C-83286: Recubrimiento, uretano, isocianato alifático, para aplicaciones aeroespaciales.*