

## EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIE EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS MEDIANTE ENSAYO DE NIEBLA SALINA

### EVALUATION OF INFLUENCY THE SUPERFICIAL PREPARATION IN THE PERFORMANCE OF ANTICORROSIVE PAINTING USING THE TEST OF SALT SPRAY (FOG)

Karin Paucar Cuba<sup>1</sup>, Carlos Quispe Rosadio<sup>2</sup>, Michael Díaz Vaca<sup>3</sup>,  
Fernando Cáceres<sup>4</sup>, Abel Vergara Sotomayor<sup>5</sup>

#### RESUMEN

*En el siguiente artículo se presenta los resultados obtenidos de la evaluación del comportamiento anticorrosivo de sistemas de pinturas de uso en la industria nacional, sistemas epóxicos; utilizando el ensayo acelerado de niebla salina (ASTM B 117). El ensayo se realizó por un periodo de exposición de 125 días ó 3000 horas. Los sistemas de pinturas ensayados fueron aplicados sobre placas de acero con diferentes tipos de preparación de superficie: manual, mecánico y arenado (al blanco, en seco y en húmedo). La evaluación de las muestras ensayadas se realizó según los criterios de las normas correspondientes: Grado de Oxidación, Ampollamiento y Deterioro en la Incisión. El grado de deterioro en la incisión permitió observar que los sistemas epóxicos con preparación de superficie de arenado muestran una mayor resistencia al deterioro en la incisión, comparados con los de preparación de superficie de limpieza manual y limpieza mecánica.*

*Palabras clave.- Preparación de superficie, Pinturas anticorrosivas, Niebla salina.*

#### ABSTRACT

*The following article presents the results of performance evaluation systems anticorrosive paint for use in the national industry, epoxy systems, using the accelerated salt spray (fog) test (ASTM B 117). The experiment was carried out for a period of exposure 125 days or 3000 hours. The systems were tested paints applied on steel plates with different types of surface preparation: manual, mechanical and sandblasting (the white, dry and wet). The evaluation of the samples tested were made by the criteria of the relevant standards: Grade Oxidation, Blistering and Damage in Incision. The degree of deterioration in the incision showed that the epoxy systems with surface preparation of sandblasting showed a greater resistance to deterioration in the incision, compared with those of surface preparation cleaning manual and mechanical cleaning.*

*Key Words.- Superficial preparation, Anticorrosive painting, Salt spray (fog).*

<sup>1</sup>Ing. Docente investigadora de la Facultad de Ingeniería Química y Textil de la Universidad Nacional de Ingeniería, <sup>2</sup>Alumno ayudante de investigación, Facultad de Ingeniería Química y Textil, del 8vo. Ciclo de la especialidad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería, <sup>3</sup>Alumno ayudante de investigación, Facultad de Ingeniería Química y Textil, del 8vo. Ciclo de la especialidad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería, <sup>4</sup>Alumno ayudante de investigación, Facultad de Ingeniería Química y Textil, del 8vo. Ciclo de la especialidad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería, <sup>5</sup>Ing. Docente investigador de la Facultad de Ingeniería Química y Textil de la Universidad Nacional de Ingeniería.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de corrosión de un material metálico es natural y espontáneo. Uno de los métodos para retardar o disminuir la velocidad con que se produce este deterioro es la aplicación de un sistema de pinturas o recubrimientos anticorrosivos sobre el metal. A fin de asegurar que el recubrimiento sirva como tal, no sólo es importante una buena resistencia química y mecánica del recubrimiento, sino también: la forma de aplicación, espesor de recubrimiento, número de capas del recubrimiento, preparación de superficie, etc. [1].

Con respecto a la preparación de superficie del acero, según las empresas de pinturas y contratistas en preparación de superficie y aplicación de estas pinturas, usualmente recurren al arenado comercial con resultados aceptables. De allí, el poco interés en usar nuevas metodologías como la preparación de superficie de arenado en húmedo, sobre el cual los catálogos técnicos mencionan que a pesar de obtener menor preparación superficial e incurrir en un mayor costo; resulta ser ambientalmente más amigable.

En el mercado peruano de pinturas anticorrosivas, para la protección del acero, las pinturas epóxicas son las más utilizadas a nivel industrial. Tanto las empresas que fabrican pinturas anticorrosivas, así como los consumidores, requieren determinar el comportamiento de una pintura antes de ser aplicada en el campo. Una de las formas de poder observar este comportamiento es a través del ensayo acelerado de niebla salina. Como todo ensayo acelerado o de corta duración; lo que se trata es acelerar el proceso de deterioro de la pintura o que los mecanismos en que se basa la pintura anticorrosiva colapsen en un menor tiempo y para ello se usa una niebla salina [2].

Un ensayo acelerado realizado de esta forma, provoca que el comportamiento de la pintura para un tiempo determinado de exposición a la niebla salina no guarde necesariamente relación directa con el comportamiento de la pintura para un tiempo de exposición real en el campo; sin embargo, como el ensayo permite obtener resultados en corto tiempo, se ha convertido en uno de los más usados y requeridos para determinar el comportamiento de una pintura en forma relativa y/o comparativa según sea el caso.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Muestras ensayadas

El proyecto de investigación realizado consta de un total de quince (15) muestras, con sesenta (60) probetas conformadas por placas de acero al carbono con dimensiones de 10 x15cm, pintadas con ocho (08) sistemas de pinturas y cinco (05) preparaciones de superficie distintos. Cada muestra fue ensayada por triplicado, designándose a las probetas: a, b y c. Adicionalmente, una cuarta probeta de cada muestra, fue designada como probeta testigo (probeta que no será sometida a exposición en cámara de niebla salina). La identificación y características de los sistemas y muestras en estudio se indican en la Tabla 1.

Antes de realizar la exposición de las muestras de cada sistema de pintura al ensayo de niebla salina se procedió a su acondicionamiento, que consiste en:

- Aislamiento de bordes con cinta aislante
- Aislamiento de agujeros de sujeción con masilla
- Corte o incisión en forma de aspa en la parte inferior de las muestras
- Limpieza y desengrase con agua

### Descripción de ensayos

La exposición de las muestras en cámara de niebla salina se realizó según procedimiento descrito en la norma **ASTM B 117-03 Standard Practice for Operating Salt Spray ( Fog ) Apparatus** [3], con una Cámara de niebla marca BASS de 1 m<sup>3</sup> de capacidad, durante un período de exposición de 125 días (3000 horas). Luego del ensayo en la cámara de niebla se retiraron las probetas y se evaluaron según normas [3]:

<b>ASTM D 610-05,</b>	Grado de Oxidación.
<b>ASTM D 714-05,</b>	Grado de Ampollamiento.
<b>ASTM D 1654-05,</b>	Grado de Deterioro en la incisión.

Evaluación de la influencia de la preparación de superficie en el comportamiento de los recubrimientos anticorrosivos mediante ensayo de niebla salina

*Tabla 1. Características de los sistemas y muestras ensayadas.*

Composición de capas del sistema de pintura	Sistema	Muestra	Preparación de superficie	Espesor promedio (mils)	
				Muestras	Testigo
(B) Epoxi poliamida (I) Epoxi brea con aducto de poliamina (A) Epoxi brea con copolímeros de vinilo con poliamina	S 1	M 1	Arenado Comercial (SSPC-SP-6)	11.1	12.6
		M2	Arenado en Húmedo (SSPC-TR-2)	11.6	13.0
(B) Epoxi poliamida (I) Epoxi altos sólidos con poliamina (A) Poliuretano alifático	S 2	M 4	Arenado Comercial (SSPC-SP-6)	14.4	14.0
		M5	Arenado en Húmedo (SSPC TR-2)	12.4	13.1
(B) Epoxi poliamida (I) Epoxi altos sólidos con poliamina (A) Epoxi altos sólidos con poliamina	S 3	M 8	Arenado en Húmedo (SSPC-TR-2)	8.8	9.3
(B) Epoxi poliamida (A) Balamastic	S 4	M 16	Arenado Comercial (SSPC-SP-6)	13.4	8.5
		M 17	Limpieza Mecánica (SSPC-SP-3)	11.8	13.0
(B) Epoxi de altos sólidos curado con poliamina (A) Epoxi de altos sólidos curado con poliamina	S 5	M 22	Limpieza Manual (SSPC-SP-2)	8.8	9.3
		M 24	Arenado al Blanco (SSPC-SP-5)	8.2	7.8
(B) Epoxi amina (1) de altos sólidos (A) Epoxi amina (2) de altos sólidos	S 6	M 25	Limpieza Manual (SSPC-SP-2)	11.2	11.6
		M 27	Arenado al Blanco (SSPC-SP-5)	15.0	12.6
(B) Epoxi amina (2) de altos sólidos (A) Epoxi amina (2) de altos sólidos	S 7	M 28	Limpieza Manual (SSPC-SP-2)	15.6	16.1
		M 29	Limpieza Mecánica (SSPC-SP-3)	14.6	15.6
		M 30	Arenado al Blanco (SSPC-SP-5)	13.8	15.3
(B) Epoxi de altos sólidos curado con poliamina (I) Epoxi de altos sólidos curado con poliamina (A) Poliuretano alifático	S 8	M 32	Limpieza Mecánica (SSPC-SP-3)	10.9	12.1

(B): Capa base, (I): Capa intermedia, (A): Capa de acabado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Evaluación del grado de oxidación

En la Tabla 2 se muestran los resultados del grado de oxidación de las 15 muestras en estudio. Todas las muestras reportaron grado 10, es decir, no se observa óxido apreciable sobre la superficie de la película del recubrimiento; indicando que para el tiempo de duración del ensayo, el efecto de la preparación de superficie sobre la resistencia a la oxidación que ofrece cada muestra no puede ser evidenciada con facilidad. A fin de mostrar una mayor influencia de la preparación de superficie, sería conveniente considerar un tiempo más prolongado de exposición.

Tabla 2. Grado de oxidación.

10	S 7 - M 28 S 6 - M 25 S 5 - M 22	S 8 - M 32 S 7 - M 29 S 4 - M 17	S 4 - M 16 S 2 - M 4 S 1 - M 1	S 7 - M 30 S 6 - M 27 S 5 - M 24	S 3 - M 8 S 2 - M 5 S 1 - M 2
9					
8					
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					
0					
	Limpieza Manual	Limpieza Mecánica	Arenado Comercial	Arenado al Blanco	Arenado g <sup>o</sup> Húmedo

### Evaluación del grado de ampollamiento

En la Tabla 3 se muestran los resultados del grado de ampollamiento de las 15 muestras en estudio.

Las muestras de los sistemas S1, S4, S5 y S8 presentan grado 10, indicándonos que para el tiempo de duración del ensayo, la preparación de superficie no afecta su resistencia al ampollamiento.

Las muestras del sistema S2 tienen grado 10 y 9, por lo que se podría indicar que ambos tipos de arenado prácticamente ofrecen una muy similar resistencia al ampollamiento y que la diferencia en los grados de ampollamiento entre ambos tipos de arenado, posiblemente, puede estar asociado a la diferencia de espesor del sistema de pintura aplicado sobre cada muestra. Las muestras del sistema S6 tienen grado 5 y 10, por lo que se podría indicar que para el tiempo de duración del ensayo, la resistencia al ampollamiento que ofrece el sistema en estudio se ve influenciada por la preparación de superficie y por los diferentes espesores aplicados sobre cada muestra.

Las muestras del sistema S7 presentan grado 2, 4 y 6, por lo que se podría indicar que para el tiempo de duración del ensayo, la resistencia al ampollamiento que ofrece el sistema en estudio se ve influenciada por la preparación de superficie.

En la Tabla 3, las muestras M1, M2, M4, M8, M16 y M17 cuya capa base es de resina epoxi - poliamida (Ver Tabla 1) muestran menor ampollamiento que las muestras M25, M28, M29 y M30 cuya capa base es de resina epoxi - poliamina.

Tabla 3. Grado de ampollamiento.

10	S 8 - M 32 S 4 - M 17	S 4 - M 16 S 2 - M 4 S 1 - M 1	S 5 - M 24 S 6 - M 27	S 3 - M 8 S 1 - M 2	
9				S 2 - M 5	
8					
7					
6	S 6 - M 25		S 7 - M 30		
5					
4		S 7 - M 29			
3					
2	S 7 - M 28				
1					
0					
	Limpieza Manual	Limpieza Mecánica	Arenado Comercial	Arenado al Blanco	Arenado g <sup>o</sup> Húmedo

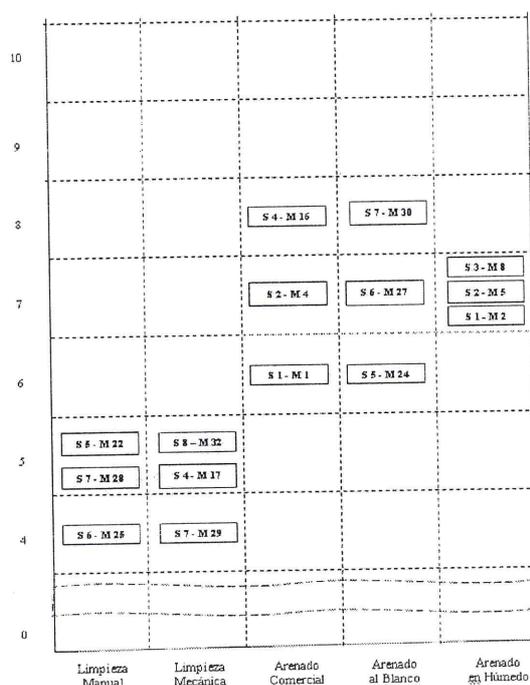
Para el tiempo de duración del ensayo, todos los sistemas con excepción de los sistemas S6 y S7,

muestran que el efecto de la preparación de superficie sobre la resistencia al ampollamiento no puede ser evidenciada con facilidad. A fin de mostrar una mayor influencia en la preparación de superficie, sería también conveniente considerar un tiempo más prolongado de exposición.

### Evaluación del grado de deterioro en la incisión

En la Tabla 4 se muestran los resultados del grado de deterioro en la incisión de las 15 muestras ensayadas.

Tabla 4. Grado de deterioro en la incisión.



Para los sistemas S1 y S2, en la Tabla 5 se resume el efecto de la preparación de superficie frente a la resistencia al deterioro en la incisión para el arenado comercial y arenado en húmedo

Tabla 5. Comparación de la resistencia al deterioro en la incisión entre arenado comercial y húmedo.

Sistema	Resistencia al deterioro en la incisión
S 1	Arenado comercial ligeramente mejor que arenado en húmedo
S 2	Arenado comercial similar que arenado en húmedo

Para los sistemas S5, S6 y S7, en la Tabla 6 se resume el efecto de la preparación de superficie frente a la resistencia al deterioro en la incisión para limpieza manual y arenado al blanco.

La muestra M8 (sistema S3) presenta grado 7, indicándonos un comportamiento similar a las muestras M2 (sistema S1) y M5 (sistema S2), quizás debido a que tienen una misma preparación de superficie (arenado en húmedo) y una misma capa base epóxica.

Las muestras M16 y M17 (sistema S4) tienen grado 8 y 5 respectivamente, mostrándose claramente la influencia en la preparación de superficie.

Tabla 6. Comparación de la resistencia al deterioro en la incisión entre arenado al blanco y limpieza manual.

Sistema	Resistencia al deterioro en la incisión
S 5	Arenado al blanco ligeramente mejor que limpieza manual
S 6	Arenado al blanco mejor que limpieza manual
S 7	Arenado al blanco mejor que limpieza manual

Para el tiempo de duración del ensayo, los resultados de la resistencia al deterioro en la incisión que ofrecen las muestras en estudio están en función directa con el tipo de preparación de superficie.

## CONCLUSIONES

Para el periodo de exposición de 3000 horas a la niebla salina de las muestras epóxicas en estudio, el efecto de la preparación de superficie ha sido claramente evidenciado a partir de los resultados obtenidos de la evaluación del grado de deterioro en la incisión, que a partir de los resultados obtenidos de la evaluación del grado de oxidación o ampollamiento, los cuales, han indicado que mostrarían resultados diferenciados solo a partir de tiempos más prolongados de exposición.

Los sistemas epóxicos en estudio con preparación de superficie de arenado (comercial, al blanco y en

húmedo) muestran una mayor resistencia al deterioro en la incisión que la preparación de superficie de limpieza manual y limpieza mecánica.

Los sistemas epóxicos en estudio con preparación de superficie de arenado en húmedo muestran una resistencia a la oxidación, ampollamiento y deterioro en la incisión muy similar a la que ofrecería en un arenado comercial.

#### REFERENCIAS

1. **González Fernández, J.**, "Teoría y Práctica de la Lucha Contra la Corrosión" 1era. Edición, Editorial Consejo Superior de

Investigaciones Científicas y Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, pp. 423 -460, Madrid, 1984.

2. **Munger, C.**, "Corrosion Prevention by Protective Coatings". 2da. Edición, Editorial NACE, pp. 317 - 319, Texas, 1986.
3. **(Annual Book of American Society for Testing and Materials ASTM) Standards**, Philadelphia 2003, 2005.

Correspondencia: avergara@uni.edu.pe

Recepción de originales: Setiembre 2007

Aceptación de originales: Noviembre 2007