

“Evaluación de Recubrimientos a Base de Aluminio en Atmósfera Industrial de la Refinería Estatal Esmeraldas” (PROYECTO PATINA)

Evelyn Moreta Tomsich¹, Julián Peña Estrella²

¹Ingeniero Mecánico 2.000

²Director de Tesis. Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1.986, Postgrado Portugal, INETI Lisboa 1.994, Profesor de ESPOL desde 1.987.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad continuar con la evaluación de la corrosión atmosférica del acero con diversos recubrimientos metálicos, dentro de las instalaciones de la Refinería Estatal de Esmeraldas; investigación que comenzó con el Proyecto MICAT en 1.994 en toda la región Iberoamericana, con metales desnudos expuestos en el mismo tipo de atmósfera industrial.

El desarrollo de este proyecto permite evaluar la mayor cantidad de parámetros experimentales de protección anticorrosiva en este tipo de medio agresivo, tales como tipos y mecanismos de corrosión, productos de corrosión, factores ambientales, y obtener resultados reales que lleven al análisis del mejoramiento del tipo de protección aplicado en el acero base para sus aplicaciones posteriores.

En este proyecto se ha evaluado la protección anticorrosiva durante 42 meses de exposición de probetas con recubrimientos a base de aluminio, iniciándose en Abril de 1.996 en la estación de Esmeraldas en la Refinería Estatal. Los diferentes tipos de recubrimiento que han sido evaluados son:

- 1.- Aluminizado en caliente
- 2.- Metalizado con Aluminio
- 3.- Metalizado con Aluminio y Zinc
- 4.- Galvalume

INTRODUCCION

Está generalmente admitido que los costos directos que la corrosión metálica provoca en un país suponen entre el 2 y el 4% del producto interno bruto (PIB). Considerando que más del 80% de las superficies metálicas se encuentran expuestas al aire libre es lógica la afirmación que la corrosión atmosférica representa entre el 30 y el 50% de dichos costos.

Un componente metálico podrá alcanzar una prolongada vida en servicio bajo condiciones de exposición en la atmósfera únicamente si resiste la acción de este medio. Por lo que un requisito para aplicaciones prácticas es la utilización de materiales que resistan la acción corrosiva de la atmósfera o que se hallen protegidos de ella por recubrimientos metálicos.

Este estudio se realizó en la Refinería Estatal Esmeraldas donde se tiene una atmósfera industrial agresiva, ya que existe emanación de sulfuros, y consiste en el análisis de probetas protegidas con recubrimiento metálico a base de aluminio expuestas durante 42 meses, con inspecciones visuales periódicas y sus respectivas evaluaciones de laboratorio con el material retirado.

Con este trabajo se persigue obtener un patrón de comparación del comportamiento de este recubrimiento a base de aluminio expuesto para una atmósfera industrial, que en nuestro país es el sector más afectado con el ataque corrosivo en estructuras metálicas.

CONTENIDO

En el proyecto XV.1 del CYTED, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, "Mapa Iberoamericano de Corrosión Atmosférica (MICAT)", se desarrollaron experimentos que han permitido conocer las agresividades atmosféricas existentes en la Región Iberoamericana, información que ha sido obtenida a lo largo de la vida de ese proyecto mediante la experimentación en una red de 72 estaciones de ensayo diseminadas a lo largo y ancho de los 14 países participantes incluyendo: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, México, Panamá, Perú, Portugal, Uruguay y Venezuela.

El Grupo 4 en Ecuador, en la Refinería Estatal de Esmeraldas, estudia y verifica el desempeño y comportamiento de los recubrimientos a base de aluminio y sus aleaciones.

Los recubrimientos de aluminio y sus aleaciones fueron aplicados sobre acero a través de los siguientes procesos, con sus respectivos espesores:

A - Aluminio aplicado por inmersión en caliente, 40 μm .

B - Aluminio aplicado por aspersion térmica y sellado, 150 μm .

C - Aleación de aluminio - zinc (85% de zinc y 15% de aluminio) aplicado por aspersion térmica, 150 μm .

D - Galvalume (aleación Al/Zn - 55% Al, 1.6% Si y Zn (bal)), aplicado por inmersión, 20 μm .

Las probetas se colocaron en un panel de exposición con aislante de porcelana a 30 grados con respecto a la horizontal, en un espacio físico dentro de la Refinería Estatal Esmeraldas.

Identificación de probetas.-

Las probetas fueron identificadas por un sistema alfa numérico de acuerdo con el material, la estación y el número de probeta, conforme se muestra en la figura 1:

Donde el material se clasifica de acuerdo al tipo de recubrimiento:

- A - Aluminizado en caliente
- B - Metalizado con Aluminio
- C- Metalizado con Aluminio / Zinc
- D - Galvalume

Y la probeta se clasifica de la siguiente forma:

- 1 al 8 para aluminizado y metalizado (1, 2, 3 y 7 con incisión y 4, 5, 6 y 8 sin incisión).
- 1 a 14 para galvalume (1, 2, 3 y 4 con incisión y 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 sin incisión).

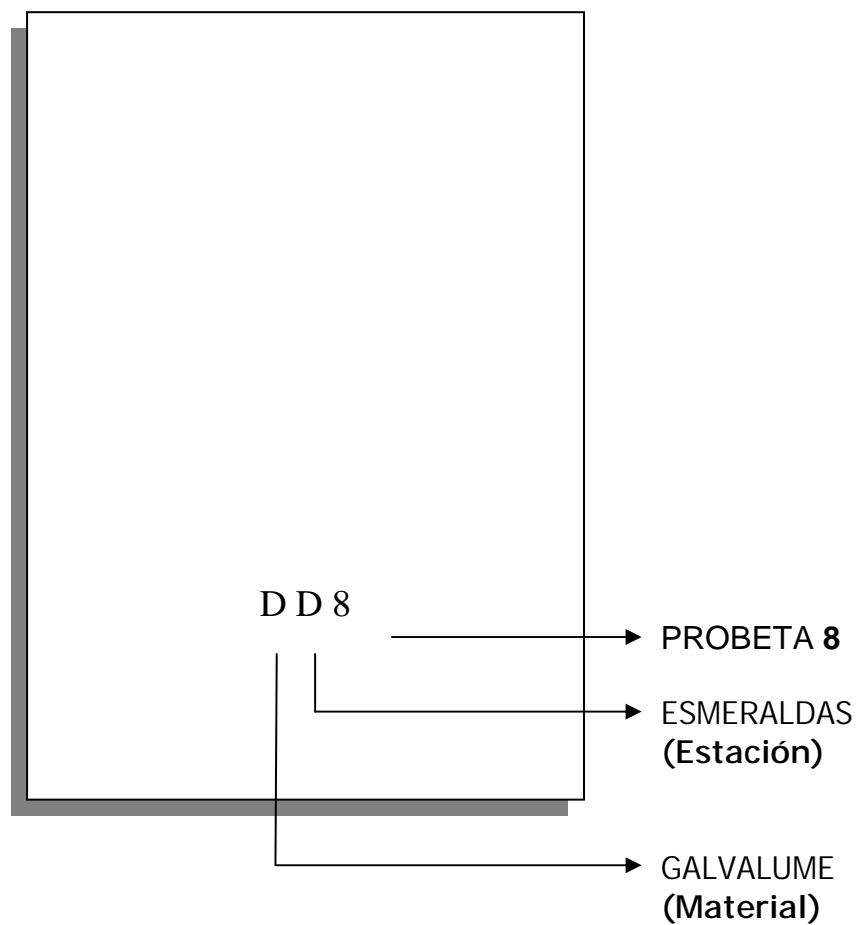


FIGURA 1. IDENTIFICACION DE PROBETAS

Cronograma de actividades.-

La figura 2 presenta el cronograma de actividades a realizar, como son de instalación del panel, exposición, inspección y retirada durante los 42 meses de exposición.

Primeramente se instaló el panel de exposición de probetas. Se realizó evaluación fotográfica de las mismas a los 12, 24, 36 y 42 meses de exposición.

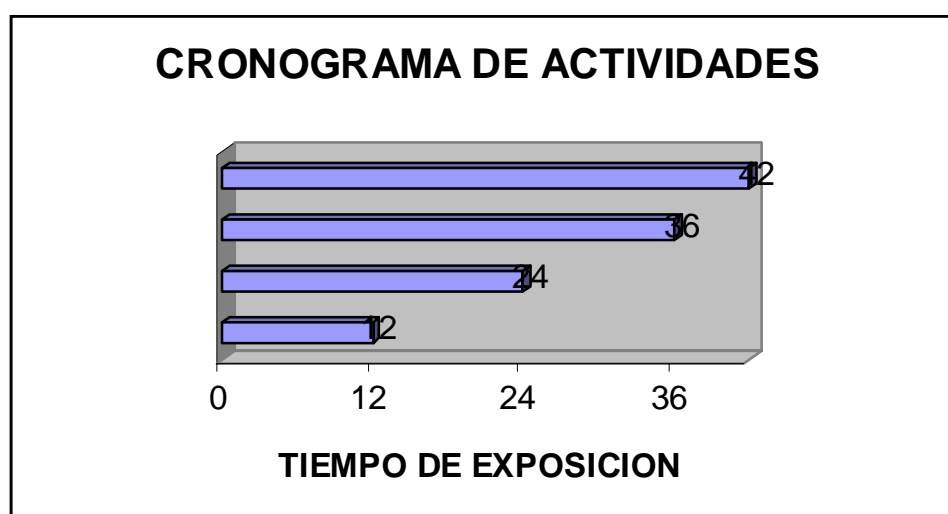


FIGURA 2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Probetas aluminizadas en caliente.-

La Tabla I presenta el listado de probetas aluminizadas en caliente expuestas, y la Tabla II presenta la planilla de resultado a los 42 meses de exposición.

TABLA I
IDENTIFICACION DE PROBETAS ALUMINIZADAS EN CALIENTE

REVESTIMIENTO	CON INCISION	SIN INCISION
ALUMINIZADO EN CALIENTE	AD1 AD2 AD3	AD4 AD5 AD6

TABLA II
PLANILLA DE EVALUACION DE RESULTADOS PARA ALUMINIZADO EN CALIENTE

IDENTIFICACION: Sin Incisión: AD6
Con Incisión: AD3
ESTACION: Esmeraldas
Fecha Exposición: Ab.11,1996

EVALUADOR: Ing. Julián Peña
PERIODO EXPOSICION: 42 meses
Fecha Retirada: Oct.14,1999

1) FORMACION DE PRODUCTOS DE CORROSION DEL REVESTIMIENTO
 SI NO

2) FORMACION DE PRODUCTOS DE CORROSION DEL ACERO DE SUBSTRATO
 SI NO

3) DESCASCARAMIENTO DEL REVESTIMIENTO
 SI NO

4) CORROSION EN LOS BORDES
 SI NO

5) PROBETAS CON INCISION
5.1) CORROSION A PARTIR DE INCISION
 SI NO

5.2) CORROSION DEL ACERO EN LA INCISION
 SI NO

6) OTRAS OBSERVACIONES

- La cantidad de productos de corrosión dispersos en la superficie no ha aumentado.
- La corrosión a partir de los bordes ha aumentado ligeramente. Se observa pérdida de recubrimiento en área adyacente a la incisión. El brillo metálico se ha perdido casi completamente.
- En la incisión se aprecia bastante corrosión, casi de un 100%.

Probetas metalizadas con aluminio.-

La Tabla III presenta el listado de probetas metalizadas con aluminio, y la Tabla IV presenta la planilla de resultado a los 42 meses de exposición.

TABLA III
IDENTIFICACION DE PROBETAS METALIZADAS CON ALUMINIO

REVESTIMIENTO	CON INCISION	SIN INCISION
METALIZADO CON ALUMINIO	BD1	BD4
	BD2	BD5
	BD3	BD6

TABLA IV
PLANILLA DE EVALUACION DE RESULTADOS PARA METALIZADO CON ALUMINIO

IDENTIFICACION:

Sin Incisión: BD6

Con Incisión: BD3

ESTACION: Esmeraldas**Fecha Exposición:** Ab.11,1996**EVALUADOR:** Ing. Julián Peña**PERIODO EXPOSICION:** 42 meses**Fecha Retirada:** Oct.14,1999**1) FORMACION DE PRODUCTOS DE CORROSION DEL REVESTIMIENTO** SI NO**2) FORMACION DE PRODUCTOS DE CORROSION DEL ACERO DE SUBSTRATO** SI NO**3) DESCASCARAMIENTO DEL REVESTIMIENTO** SI NO**4) CORROSION EN LOS BORDES** SI NO**5) PROBETAS CON INCISION****5.1) CORROSION A PARTIR DE INCISION** SI NO**5.2) CORROSION DEL ACERO EN LA INCISION** SI NO**6) OTRAS OBSERVACIONES**

- Se observa mayor aparición de manchas de productos de corrosión y pocas manchas grises en la superficie expuesta.
- A partir de la incisión no se aprecia corrosión del revestimiento, sino del acero alrededor de un 40%.

Probetas metalizadas con aluminio y zinc.-

La Tabla V presenta el listado de probetas metalizadas con aluminio y zinc expuestas, y la tabla VI presenta la planilla de resultados a los 42 meses de exposición.

TABLA V
IDENTIFICACION DE PROBETAS METALIZADAS CON ALUMINIO Y ZINC

REVESTIMIENTO	CON INCISION	SIN INCISION
METALIZADO CON ALUMINIO/ZINC	CD1	CD4
	CD2	CD5
	CD3	CD6

TABLA VI
PLANILLA DE EVALUACION DE RESULTADOS PARA METALIZADO CON AL/ZN

IDENTIFICACION:

Sin Incisión: CD6

Con Incisión: CD3

ESTACION: Esmeraldas

Fecha Exposición: Ab.11,1996

EVALUADOR: Ing. Julián Peña

PERIODO EXPOSICION: 42 meses

Fecha Retirada: Oct. 14,1999

1) FORMACION DE PRODUCTOS DE CORROSION DEL REVESTIMIENTO

___ SI X___ NO

2) FORMACION DE PRODUCTOS DE CORROSION DEL ACERO DE SUBSTRATO

___ SI X___ NO

3) DESCASCAMIENTO DEL REVESTIMIENTO

___ SI X___ NO

4) CORROSION EN LOS BORDES

___ SI X___ NO

5) PROBETAS CON INCISION

5.1) CORROSION A PARTIR DE INCISION

___ SI X___ NO

5.2) CORROSION DEL ACERO EN LA INCISION

___ SI X___ NO

6) OTRAS OBSERVACIONES

- Se aprecia una mayor aparición de manchas de productos de corrosión en la superficie de la probeta producidas por el substrato, alrededor de un 40% del área total expuesta. Se observa poca aparición de manchas grises de suciedad.

Probetas galvalume.-

La Tabla VII presenta el listado de probetas galvalume expuestas, y la Tabla VIII presenta la planilla de resultados a los 42 meses de exposición.

**TABLA VII
IDENTIFICACION DE PROBETAS GALVALUME**

REVESTIMIENTO	CON INCISION	SIN INCISION
GALVALUME	DD1	DD 5
		DD 6
		DD 7
	DD2	DD 8
		DD 9
		DD10
		DD11
	DD3	DD12
		DD13

**TABLA VIII
PLANILLA DE EVALUACION DE RESULTADOS PARA GALVALUME**

IDENTIFICACION:

Sin Incisión: DD11

Con Incisión: DD3

ESTACION: Esmeraldas

Fecha Exposición: Ab.11,1996

EVALUADOR: Ing. Julián Peña

PERIODO EXPOSICION: 42 meses

Fecha Retirada: Oct. 14,1999

1) FORMACION DE PRODUCTOS DE CORROSION DEL REVESTIMIENTO

SI NO

2) FORMACION DE PRODUCTOS DE CORROSION DEL ACERO DE SUBSTRATO

SI NO

3) DESCASCARAMIENTO DEL REVESTIMIENTO

SI NO

4) CORROSION EN LOS BORDES

SI NO

5) PROBETAS CON INCISION

5.1) CORROSION A PARTIR DE INCISION

SI NO

5.2) CORROSION DEL ACERO EN LA INCISION

SI NO

6) OTRAS OBSERVACIONES

- Mayor aparición de productos de corrosión y en menor proporción manchas grises por suciedad. El brillo metálico ha desaparecido. En la incisión existe corrosión en un 100%, debida al metal base. Se observa pérdida de recubrimiento en el área adyacente a la incisión.

CONCLUSIONES

Se concluye:

1. El medio atmosférico en donde se desarrolló el estudio es bastante agresivo, debido a su carácter industrial.
2. El recubrimiento de Metalizado con aluminio/zinc es el recubrimiento más resistente, seguido del Metalizado con aluminio, y en los cuales se evidenció en la zona de incisión mejor comportamiento de protección catódica del recubrimiento respecto al metal base.
3. El recubrimiento de Aluminizado en caliente es el recubrimiento que más rápido perdió su brillo metálico, y en el se evidenció de manera significativa la corrosión a partir de los bordes y a partir de la incisión.
4. El recubrimiento de Galvalume tuvo un buen comportamiento, a pesar de que perdió un poco su brillo metálico.

REFERENCIAS

- 1 E. Moreta, "Evaluación de Recubrimientos a Base de Aluminio en Atmósfera Industrial de la Refinería Estatal Esmeraldas (Proyecto PATINA)" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2.000)
- 2 ASM INTERNATIONAL, Metals Handbook, Volume 5, Surface Cleaning, Finishing and Coating, (9na. Edición).
- 3 ASM INTERNATIONAL, Metals Handbook, Volume 13, Corrosion, (9na. Edición).
- 4 E. Avallone / B. Theodore, Manual del Ingeniero Mecánico (MARKS), (9na. Edición, Tomo I, Editorial Mc. Graw Hill).
- 5 DOCUMENTO PATINA G4-1
- 6 DOCUMENTO PATINA G4/2
- 7 DOCUMENTO PATINA G4/3
- 8 C. G. Menger, Corrosion Prevention by Protective Coatings (2da. Edición).