

EVALUACIÓN DE UN INHIBIDOR DE CORROSIÓN ADICIONADO A RESIDUOS PELIGROSOS CLORADOS TRANSPORTADOS EN CONTENEDORES DE ACERO 316-L

Pedraza Basulto G. K.¹, Chacón Nava J. G.¹, U. Arce-Colunga², Almeraya Calderón F.¹, Borunda-Terrazas A.¹, Arizmendi Morquecho A.¹, Martínez Villafaña A.¹

¹Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.
División de Deterioro de Materiales e Integridad Estructural / Grupo Corrosión
Miguel de Cervantes 120, Complejo Industrial Chihuahua,
31109. Chihuahua, Chih., México.
Tel: 439-11-35, Fax: 439-11-12

²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Tamaulipas,
Reynosa, Tamaulipas.

ABSTRACT

This paper evaluates the performance of a corrosion inhibitor against the localized corrosion phenomena observed in the internal side of containers made of 316-L stainless steel carrying chlorinated hazardous waste.

Cyclic polarization curves were used to assess the tendency to pitting corrosion in the various metal-solution systems such as liquid phase, organic phase and both solutions with inhibitor.

The electrochemical tests and morphological results on electrode surface indicate no susceptibility to pitting corrosion when the proposed inhibitor was used.

Keywords: 316L, hazardous waste, inhibitor, cyclic polarization curves.

RESUMEN

En este trabajo se evalúa el comportamiento de un inhibidor de corrosión para combatir el deterioro por corrosión localizada observado en el lado interno de isocontenedores de acero 316-L que transportan residuos peligrosos clorados.

En la etapa experimental se emplearon curvas de polarización cíclicas para conocer la tendencia a la corrosión por picaduras en el sistema metal-solución dado, tal como fase orgánica, fase acuosa y soluciones con inhibidor.

Los resultados de las pruebas electroquímicas, así como los análisis de morfología superficial indicaron que no hay susceptibilidad a la corrosión por picaduras con el uso del inhibidor empleado en la fase acuosa.

Palabras clave: Acero 316-L, residuos peligrosos, inhibidor, curvas de polarización cíclica.

INTRODUCCIÓN

En este estudio se presenta la evaluación electroquímica realizada a un inhibidor, adicionado a residuos peligrosos clorados, que son transportados en isocontenedores de acero inoxidable 316-L. por el lado interior. Estos isocontenedores han presentado problemas de corrosión por picaduras al estar en contacto con residuos clorados. Diversos aspectos sobre selección de materiales y evaluación de sistemas de recubrimientos fueron propuestos por la empresa afectada. Otra alternativa fue estudiar el efecto de un inhibidor que actuara específicamente en la fase acuosa. (1)

De lo anterior, se realizaron curvas cíclicas de polarización con la finalidad de verificar si adicionando dicho inhibidor existe un comportamiento favorable que permita detener o minimizar el problema de corrosión por picadura. (2) Así mismo, se analizó la superficie del acero de prueba con la ayuda de un estereoscopio después de cada prueba electroquímica.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Preparación de las muestras

Se prepararon cuatro muestras de acero inoxidable 316L, denominadas M1 a M4 para llevar a cabo pruebas electroquímicas. A las muestras se les soldó un alambre conductor y posteriormente fueron encapsuladas en resina. En todos los casos, los experimentos fueron repetidos por triplicado.

Medios de Prueba

Se emplearon dos medios de prueba provenientes de residuos peligrosos clorados (subproductos de refinación). Uno fue la fase acuosa y el otro correspondiente a la fase orgánica. Posteriormente, a ambos medios se les adiciono inhibidor a una concentración de 5%v/v. Los medios de exposición se indican en la tabla 1. El inhibidor es de tipo surfactante desarrollado internamente en CIMAV.

Curvas de Polarización Cíclica

Con la finalidad de observar la posible tendencia a picado de las muestras en los diferentes medios, se utilizaron curvas de polarización cíclicas a una velocidad de barrido de 60 mV/min, empleando un arreglo de tres electrodos, utilizando un electrodo de calomel saturado (SCE) como referencia y un electrodo auxiliar de platino.

Equipos

Los equipos utilizados para llevar a cabo las pruebas fueron los siguientes:

- Potenciostato/Galvanostato Gill 8 ZRA.
- Cámara Digital marca Sony de 5.1 megapíxeles.
- Estereoscopio Olympus SZH10

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Curvas Cíclicas de Polarización.

A continuación se presentan los resultados más representativos obtenidos para cada una de las muestras de acero inoxidable en los medios de prueba. La Figura 1 presenta el arreglo de la celda para los experimentos en solución acuosa.

Muestra 1

Para la muestra 1, evaluada con el residuo sin tratar en la fase acuosa, se observa en la curva de polarización cíclica una clara tendencia (dada por la histéresis de la curva anódica) a corrosión por picaduras en el acero 316L. De la misma manera, puede notarse en la Figura 2, que la densidad de corriente es baja, por lo tanto la velocidad de corrosión también. En este caso, el potencial de corrosión es de -356 mV Vs. SCE.

Muestra 2

En la Figura 3, se puede observar que para la fase orgánica la curva de polarización cíclica indica la presencia de corrosión por picadura, aunque el lazo de histéresis es menor en relación con la fase acuosa. Aquí el potencial de corrosión es de -279 mV Vs. SCE.

Muestra 3

La Figura 4 muestra el comportamiento obtenido en el orgánico tratado, en donde se observa que la histéresis se regresa por la parte interior de la curva anódica, siguiendo casi la misma tendencia anódica, es decir vuelve al mismo estado de corrosión original sin embargo, tampoco se observa una zona de pasivación y potencial de picado, sino únicamente un comportamiento bajo control por activación. El potencial de corrosión es de aproximadamente -100mV vs. SCE.

Muestra 4

La Figura 5, nos muestra el comportamiento del acero inoxidable 316L, en la fase acuosa con inhibidor, en la cual la histéresis se devuelve por la parte externa de la curva anódica, lo cual significa que no tenemos un proceso de picado y el proceso de oxidación de la rama anódica está controlado únicamente por activación, el potencial de corrosión es de aproximadamente 67 mV Vs. SCE

Los resultados obtenidos de las curvas de polarización cíclica, en la fase orgánica así como en la acuosa sin el inhibidor, indicó la tendencia a la corrosión por picaduras, la variación entre ellas es en la forma y tamaño del lazo de histéresis siendo mas marcado para la fase acuosa. Cuando el inhibidor se adiciona en la fase acuosa, la curva de polarización regresa por el exterior, indicando que no hay susceptibilidad a corrosión por picadura, mientras que cuando se adiciona a la la fase orgánica, solo se tiene un proceso de activación.

Observación en estereoscopio

Muestra 1

La Figura 6, presenta la morfología de la superficie del acero inoxidable 316L expuesto en la fase acuosa. Claramente, el material presenta una importante densidad de picaduras.

Muestra 2

En la Figura 7 se observa la superficie del acero inoxidable 316L expuesto en la fase orgánica, donde se nota un ataque por picadura menor en comparación con la fase acuosa.

Muestra 3

La Figura 8, muestra la morfología de superficie del acero inoxidable 316L, expuesto en la solución fase orgánica + inhibidor. Aquí, solo se observa el rayado de la lijas de SiC sobre la superficie, sin evidencia visual de presencia de picaduras.

Muestra 4

La Figura 9, muestra la morfología de la superficie del acero inoxidable 316L expuesto en la solución fase acuosa + inhibidor. Similar al caso anterior, solo se observa una superficie relativamente limpia (con ligero manchado superficial) y el rayado de la lijas de SiC, sin evidencia de picaduras. De alguna forma, estos resultados confirman el comportamiento de las curvas cíclicas de polarización determinadas para los diferentes medios de prueba.

En general, los resultados arriba presentados demuestran que el compuesto inhibidor empleado trabaja de manera adecuada (al menos bajo las condiciones de estudio presentadas). El acero 316L en combinación con los residuos clorados, puede formar complejos de hierro que son atacados fácilmente por los cloruros. El papel del inhibidor en este caso es neutralizar la formación de dichos complejos de hierro, aumentando el pH local a valores alrededor de 6. El posible mecanismo de protección en detalle esta actualmente bajo estudio.

CONCLUSIONES

- Las muestra 1 y 2, evaluada en las fases acuosa y orgánica de un residuo peligroso clorado, presenta el mecanismo de corrosión por picadura teniendo un potencial de corrosión de -356 mV y -279 mV vs. SCE, respectivamente, mismos que nos indican un comportamiento activo del material.
- La muestra 3 en la fase orgánica tratada, no presentó una zona de pasivación y potencial de picado, únicamente se observa un comportamiento bajo control por activación. El potencial de corrosión es de aproximadamente -100mV vs. SCE.
- La muestra 4 con la fase acuosa tratada no presentó un proceso de picado, y el proceso de oxidación de la rama anódica está controlado únicamente por activación. El potencial de corrosión es de aproximadamente 67 mV vs. SCE.
- El posible mecanismo de acción del inhibidor es neutralizar los complejos de hierro clorados y controlar el pH del medio a un valor alrededor de 6.

Agradecimientos: Los autores agradecen la colaboración del Ing. Gregorio Vázquez Olvera (CIMAV) en la calibración del potenciostato utilizado., y del Ing. J. Lugo. C. (CIMAV) por el apoyo técnico prestado.

REFERENCIAS:

- ¹ G.C. Wood, Corrosion Science, Vol. 2, p.173, 1962.
- ²G.S. Frankel, Pitting Corrosion, Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection, Vol 13A, ASM Handbook, ASM International, 2003, p 236–241
- ³CIMAV, Pruebas de corrosión para determinar la velocidad de corrosión del acero inoxidable 316L y efecto de un inhibidor de prueba, Rep. Int. 2007.

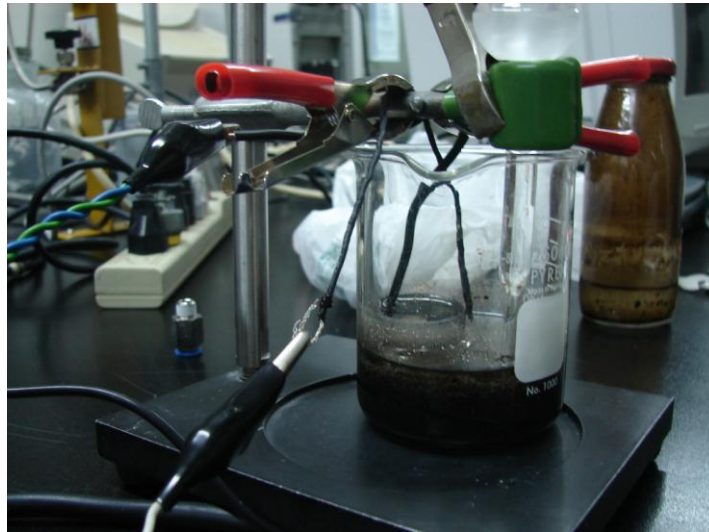


FIGURA 1. Arreglo de la celda experimental empleada.

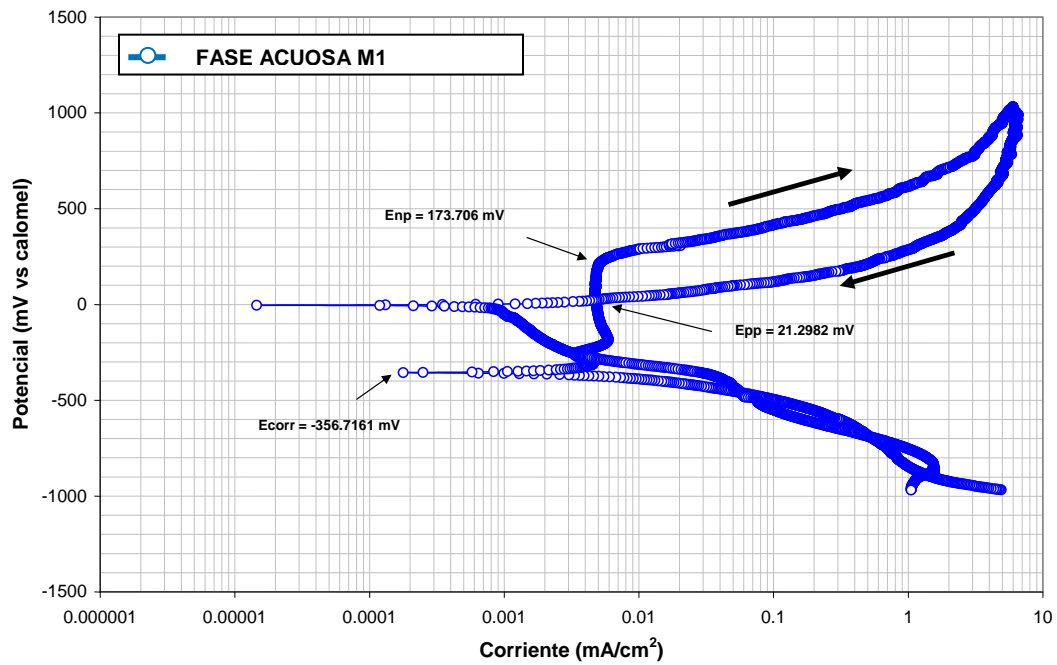


FIGURA 2. Curva cíclica de polarización para el acero 361L expuesto en la fase acuosa sin inhibidor ³

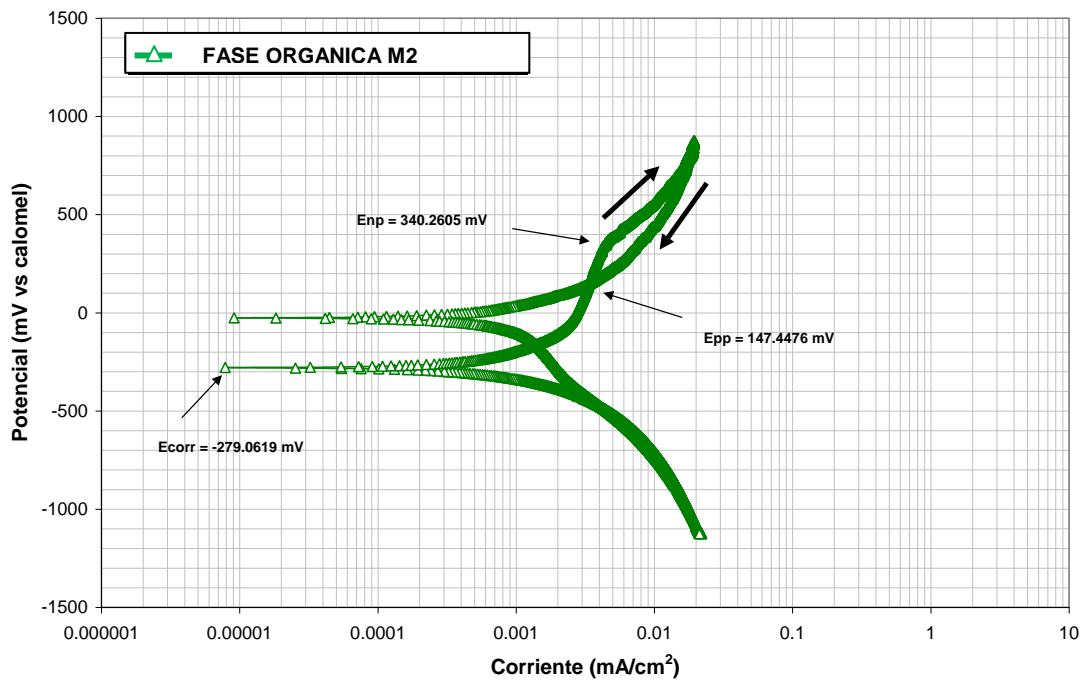


FIGURA 3. Curva cíclica de polarización del acero 361L expuesto en la fase orgánica sin inhibidor

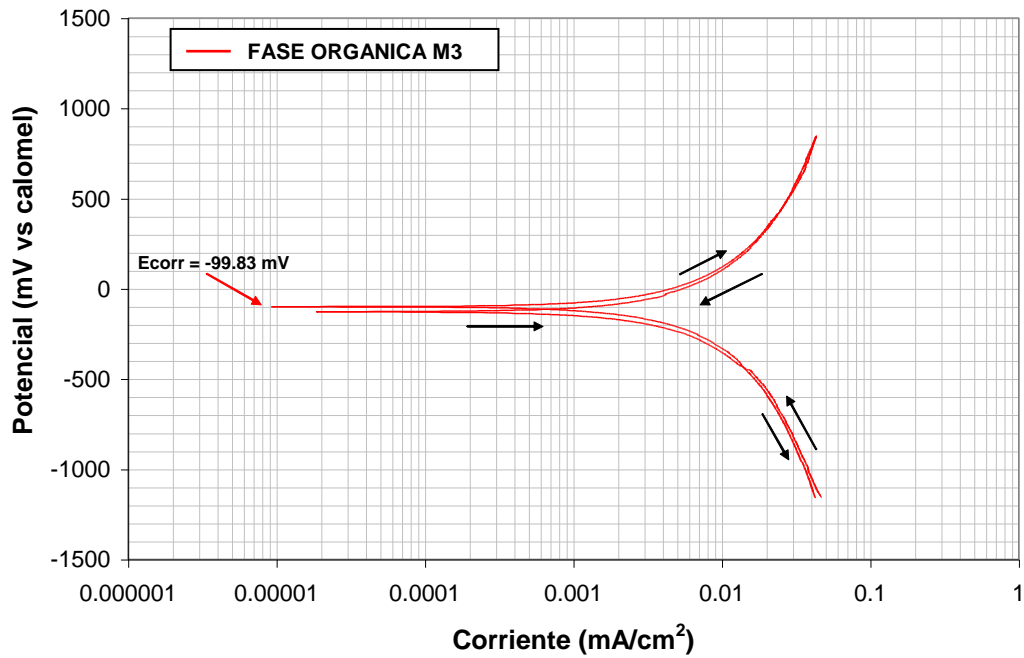


FIGURA 4. Curva cíclica de polarización del acero 361L expuesto al orgánico tratado

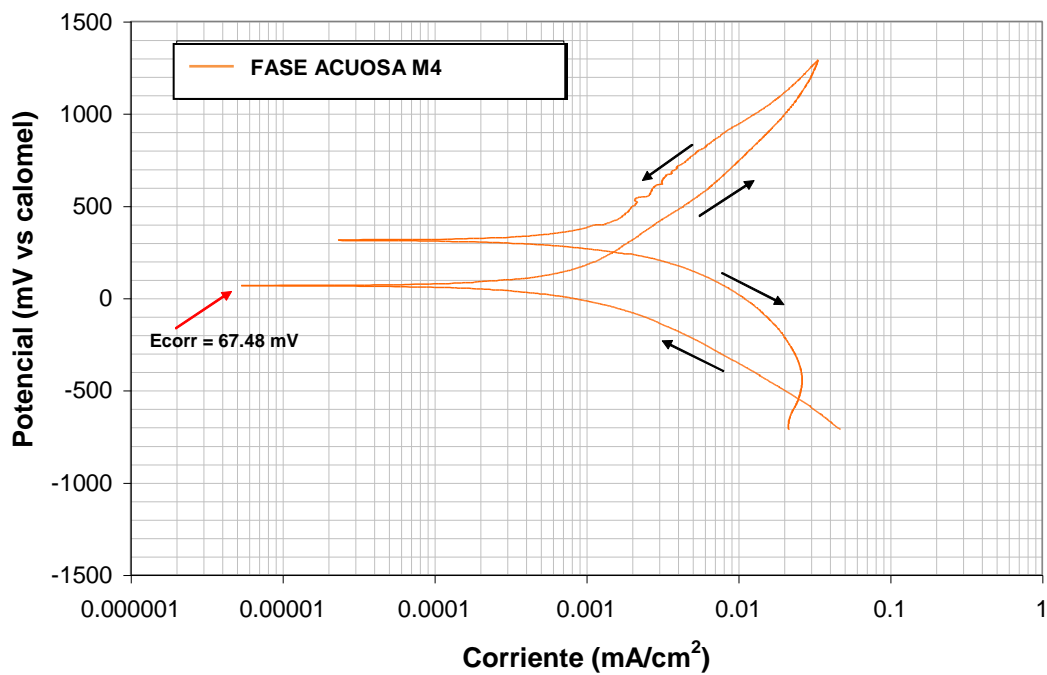


FIGURA 5. Curva cíclica de polarización del acero 361L expuesto a la fase acuosa con inhibidor

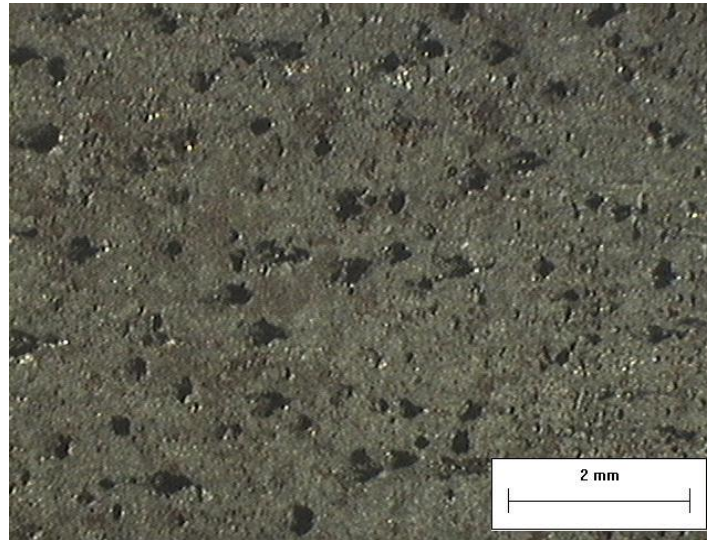


FIGURA 6. Morfología de la superficie del acero 361L (M1) expuesto a la fase acuosa sin inhibidor.

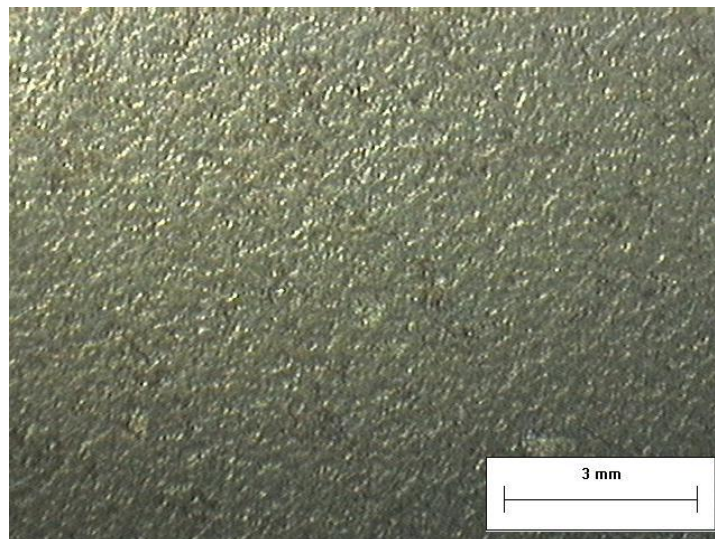


FIGURA 7. Morfología de la superficie del acero 361L (M2) expuesto a la fase orgánica sin inhibidor.

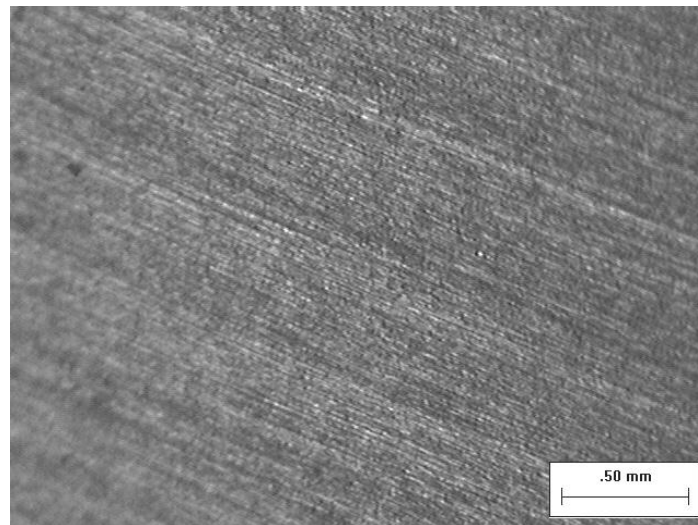


FIGURA 8. Morfología de la superficie del acero 361L (M3) después de exposición a la fase orgánica con inhibidor.

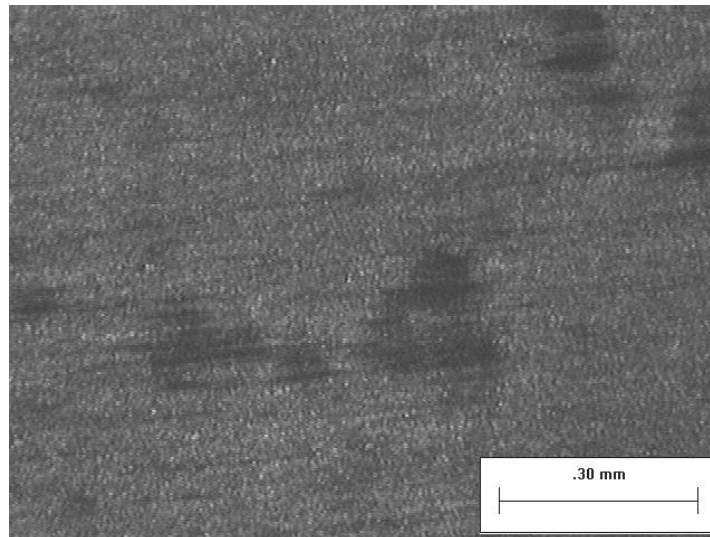


FIGURA 9. Morfología de la superficie del acero 361L, (M4) después de exposición a la fase acuosa con inhibidor.

TABLA 1 Electrolitos de prueba

Muestra	Medios
1	Fase acuosa sin tratar
2	Fase orgánica sin tratar
3	Fase orgánica tratada (con inhibidor)
4	Fase acuosa tratada (con inhibidor)
