

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



**PROYECTO DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DE FALLA POR CORROSIÓN EN UNA TUBERÍA
DE ACERO INOXIDABLE**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA MEDIANTE EL USO DE END
Y MÉTODOS EMPIRICOS DE RECONSTRUCCIÓN POR SOLDADURA.
CASOS REALES.**

Enrique H. Soria Lemus

Roberto Alejandro Aguilar Rivas

Guatemala, noviembre de 2012.

INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DE FALLA POR CORROSIÓN EN UNA TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE

Enrique H. Soria Lemus* y Roberto A. Aguilar Rivas **

(*SIE LTDA. – Ensayos No Destructivos –. **EIM-FIUSAC. Proyecto de Inv. Metalúrgicas).

Resumen

Se investigan las causas y características de fallas en una tubería para conducción de agua cruda, de acero austenítico, por medio de Ensayos No Destructivos: Inspección Visual, Tintas penetrantes y Radiografía. Se identificaron las fallas como producidas por corrosión severa localizada y se definieron las posibles causas que la ocasionaron, recomendándose la metodología adecuada de reparación.

Abstract

The causes and characteristics of failures in an austenitic steel pipe line for conveyance of raw water are investigated with the support of Non Destructive Testing: Visual Inspection, Penetrant test, and Radiography. The failures were identified as produced by severe pitting corrosion and defined the possible causes that brought about. As a result, it was recommended an adequate repairing methodology.

Palabras clave: Ensayos No Destructivos, Tintas Penetrantes, Radiografía, Corrosión, Aceros Austeníticos.

Introducción y Antecedentes

En el presente caso, se investigan las causas y características de fallas, consistentes en fugas localizadas en una tubería de acero inoxidable austenítico, de 14 pulgadas de diámetro y aproximadamente 200m de longitud, empleada para la conducción de agua cruda en una empresa guatemalteca de producción de bebidas. La empresa reporto fugas por aspersion localizada en varios puntos de la tubería, distribuidas en las soldaduras de unión de los tubos y en las zonas afectadas por el calor de las mismas (ZAC). Las fugas fueron detectadas por inspección visual, y, en función de la distribución de las mismas se decidió la inspección a través de la aplicación de tintas penetrantes autoemulsificables y radiografía.

Metodología de Investigación

Para poder localizar y caracterizar las fallas, se realizó Inspección Visual de acuerdo a la AWS; posteriormente, se recurrió a la aplicación de Tintas Penetrantes Autoemulsificables, y, finalmente se recurrió a la aplicación de Radiografía, ya que, debido a las características estructurales del acero, no fue posible aplicar ensayos por Partículas Magnéticas.

Resultados

Inicialmente, por medio de la inspección visual, se detectaron fugas que se originaban en picaduras localizadas tanto en la soldadura, como en la ZAC (zona afectada por el calor) del material base, como puede observarse en las siguientes fotografías, en las que se aprecian claramente las picaduras y las fugas de agua concentradas en las mismas:

Fig. nº 1. Picaduras visibles en la soldadura y en la ZAC. Fuente: archivos INDESA-SIE

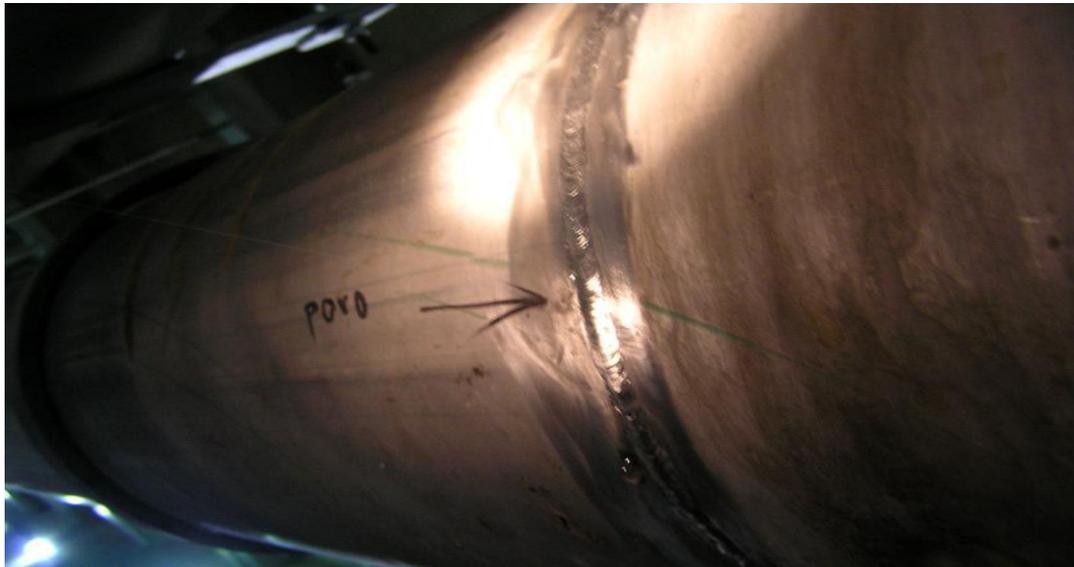


Fig. Nº 2. Fuga en las picaduras. Fuente: archivos INDESA-SIE.

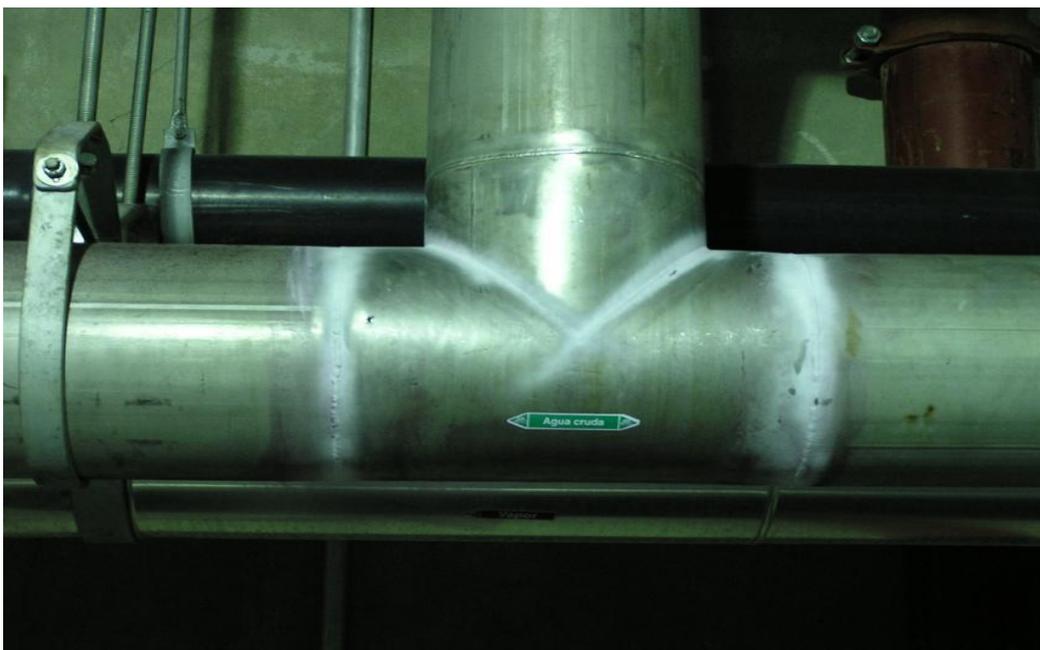


Fig. N° 3. Picaduras superficiales que aún no presentaban fuga. Fuente: archivos INDESA-SIE.



Posteriormente, se aplicaron líquidos penetrantes autoemulsificables. Las siguientes fotografías nos presentan algunas de las soldaduras analizadas con el método referido, identificándose las picaduras como producto de corrosión localizada.

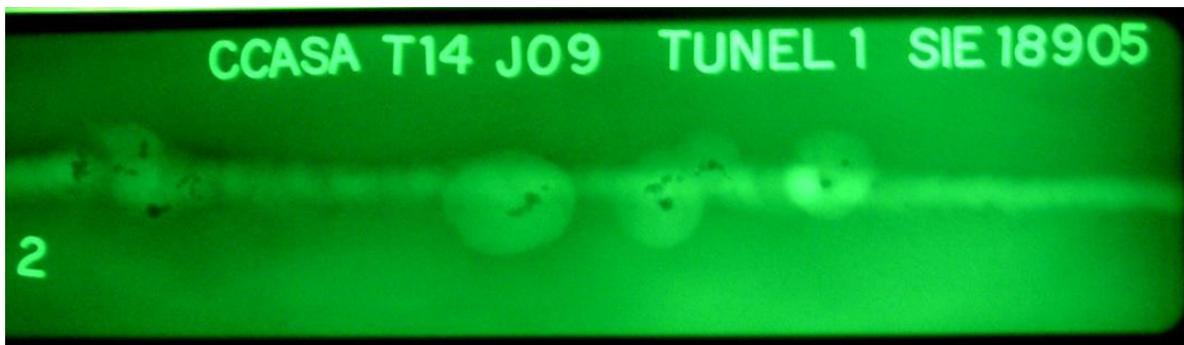
Fig. N°4. Aplicación de la base de los líquidos penetrantes. Fuente: INDESA-SIE.

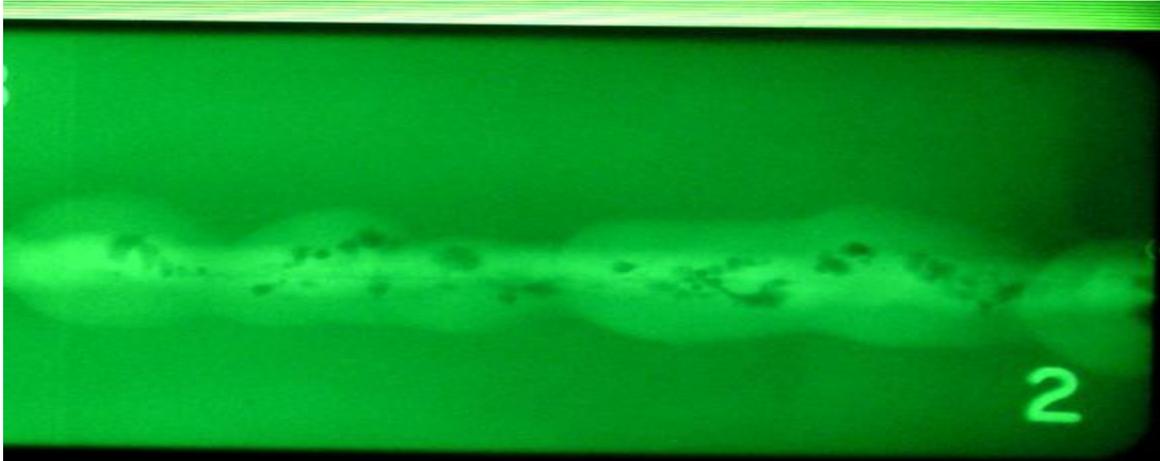


La aplicación de los líquidos penetrantes, así como de las radiografías mostradas en las fotografías anteriores, permitió detectar una cantidad muy significativa de corrosión localizada, o corrosión por picadura, lo cual muestra una tendencia altamente marcada a extenderse a todas las juntas soldadas; esto, principalmente en los cordones de la soldadura y en la ZAC (zona afectada por el calor) del material base.

Las siguientes fotografías muestran los resultados radiográficos de algunas de las fallas que provocaron las fugas de agua. Se notan claramente un sinnúmero de picaduras y sombras posiblemente producidas por la sedimentación de sarro.

Figura N° 5. Fotografías de las radiografías realizadas en las soldaduras y las HAZ





Conclusiones:

La concentración de la corrosión por picaduras en las soldaduras, sugiere que se empleó material de aporte disímil al material base, el cual pudo actuar como ánodo en la formación del par galvánico que motivó la corrosión. De igual forma, las radiografías sugieren la presencia de sarro actuando como electrolito. Las características de las fallas sugieren también la posible formación de carburos de cromo debido a la aplicación de procedimientos inadecuados de soldadura; sin embargo, no se realizaron procedimientos metalográficos para la comprobación de la existencia de dichos carburos.

Recomendaciones:

Debido a la alta densidad de corrosión localizada o corrosión por picadura encontrada por medio de inspección superficial, y, al resultado radiográfico, se recomendó la eliminación total de las soldaduras existentes, más 2.5 cm de material base en los dos lados adyacentes al cordón de soldadura. De igual forma se recomendó que la realización de las nuevas juntas debiera hacerse con la respectiva preparación, tomando en cuenta el espesor del material, y que se debe emplear los materiales de aporte adecuados, según el caso. Esto es, la tubería AISI 321 debe soldarse con material AISI 347 y la tubería AISI 304 deberá soldarse con material AISI 308.

Por otro lado, con relación al procedimiento de soldadura, debe mantenerse la temperatura más baja posible, sin exceder los 150° C; esto, con el fin de evitar

la formación de carburos de Cromo en los bordes de grano tanto en la soldadura, como en la ZAC, ya que dichos carburos producen la susceptibilidad a la corrosión en las zonas empobrecidas de Cromo.

Referencias

1. Aguilar Rivas R. A. *Introducción a la Inspección de Soldaduras*. Proyecto Regional de END Para América Latina y el Caribe. NU, RLA-82-T01 (1989). Guatemala.
2. Aguilar Rivas R. A. *Corrosión y Aceros Inoxidables*. Curso básico para Instructores de INTECAP. (2006). Guatemala.
3. Aguilar Rivas R. A. y Soria Lemus E. H. *Inspección y Resolución de Fallas con aplicación de END y procesos de Soldadura en Equipos Industriales. Casos Reales*. VI Congreso Nacional y III Regional de Ingeniería Mecánica. CIM 2009. Guatemala.
4. Soria Lemus E. H. *Laboratorio de Ensayos No Destructivos de la Carrera De Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería, USAC*. Trabajo de Graduación (2004). Guatemala.

Enrique Humberto Soria Lemus

Ingeniero Mecánico. Certificado de la AWS y de la API. Entrenamiento Avanzado en Ensayos No Destructivos, dentro de Proyecto Multinacional de Ensayos No Destructivos ONU-CNEA (Argentina). Director de SIE LTDA – Ensayos No Destructivos en Centroamérica y el Caribe –.

Roberto Alejandro Aguilar Rivas (Investigador Principal)

Dr. Sc. Ingeniero Mecánico, Post-Doctorado en Metalurgia. Ex Investigador Asociado de la USAC dentro del Programa Multinacional de Metalurgia OEA-CNEA, Argentina. Director de INDESA, – Ingeniería, Investigación y Desarrollo –. Profesor-Investigador Escuela de Ingeniería Mecánica FIUSAC.