

**Encuentro de
Comunicación,
Investigación,
Docencia y
Extensión**

2017

Calbo, Vicente

Encuentro de comunicación, investigación, docencia y extensión / Vicente Calbo ;
María Cecilia Baldo. - 1a ed compendiada. - La Rioja : Suyay, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-48010-1-2

1. Actas de Congresos. I. Baldo, María Cecilia. II. Título.

CDD 507.2

ISBN 978-987-48010-1-2



CORROSIÓN INDUCIDA POR MICROORGANISMOS EN PERFORACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA DE LA RIOJA (TESIS DOCTORAL)

Calbo Vicente

Departamento de Ingeniería Civil
GAIA UTN FRLR

vicentecalbo@yahoo.com.ar

Resumen: La corrosión inducida microbiológicamente (CIM) es un fenómeno conocido que afecta tanto materiales naturales como a los obtenidos por el hombre. Bacterias, hongos, algas y líquenes se manifiestan en la naturaleza y en ambientes tecnológicos, produciendo la degradación de todo tipo de sustancias.

En el caso particular de las bacterias, existe un grupo denominado extremófilas que puede prosperar en ambientes extremos (presión, temperatura y pH), algunas de ellas tienen la facultad de metabolizar rocas, minerales y metales.

Prácticamente todos los ambientes tecnológicos, en cualquier situación, son colonizados tarde o temprano por consorcios bacterianos que modifican las condiciones operativas y perjudican al sistema considerado.

Las perforaciones, a las que se recurre como fuente de agua subterránea, no son la excepción. Las bacterias llegan a poblar estas instalaciones y producen su envejecimiento prematuro, reduciendo su rendimiento y la vida útil, causando pérdidas económicas y trastornos sociales. La procedencia de aproximadamente el 90% del agua potable de la ciudad de La Rioja proviene de fuentes subterráneas, su abastecimiento es por presurización directa en una red dividida en sectores. Cuando una perforación queda fuera de servicio, se alterna la provisión de agua desde una perforación vecina con maniobras de válvulas, afectándose así una parte mayor de la población.

Existen principalmente dos tipos de bacterias que colaboran entre sí para producir obstrucción y corrosión en las tuberías, filtros, bombas y demás componentes de la instalación. Unas son aeróbicas y se agrupan bajo la denominación de ferrobacterias (bacterias del hierro) y otras son anaeróbicas y se denominan bacterias reductoras de sulfato, BRS. Ambas conviven aunque parezca una contradicción por su comportamiento opuesto frente al oxígeno.

Coexisten en las instalaciones ambos tipos, y a veces más, porque estas bacterias son principalmente sésiles, crecen sobre una superficie sólida en la que componen una biopelícula. Es justamente el mecanismo de formación de la biopelícula el que posibilita ambientes aeróbicos y anaeróbicos a la vez. La colonización de una superficie se da en etapas, produciendo la selección y estratificación de organismos especializados en distintos ambientes. Las ferrobacterias se ubican en la capa externa, consumen el oxígeno generando condiciones de anaerobiosis para las capas interiores, y además precipitan

óxidos metálicos en forma de incrustaciones herméticas que hacen de barrera contenedora, y así las bacterias reductoras de sulfatos, estrictamente anaeróbicas, encuentran las condiciones para prosperar.

La corrosión metálica es un fenómeno que se produce químicamente, pero en presencia de estas bacterias la cinética aumenta y los materiales atacados duran menos. Complementariamente, el metal disuelto en el proceso, precipita como metabolitos, sales metálicas resultantes de la metabolización (biomineralización), incrustando y obstruyendo las instalaciones hasta restarles toda su operatividad.

Al comienzo de este trabajo teníamos razones para pensar que este fenómeno (CIM), se encontraba presente en las perforaciones de agua subterránea de la que se abastece La Rioja, y durante el mismo lo hemos comprobado por tres caminos diferentes: por medio de indicios, por estudios bioquímicos realizados en laboratorio, e instrumentalmente por Microscopía de Barrido Electrónico, esto último es un aporte original e inédito.

Los primeros indicios que observamos fueron cambios en la calidad del agua extraída, apreciables con los sentidos: sabor desagradable, olor fétido, turbidez y color pardo, untuosidad al tacto. También observamos corrosión y obstrucción de instalaciones extraídas para su mantenimiento o reemplazo.

Las muestras que extrajimos de estas instalaciones, cultivadas en medios líquidos y sólidos, específicos y diferenciales, nos confirmaron la presencia de los dos tipos de bacterias cuya manifestación sospechábamos. Además verificamos su propiedad de producir esporas cuando las condiciones ambientales se tornan desfavorables y su retorno vegetativo cuando las mismas se restablecen, esto aumenta el riesgo de propagación antrópica por contaminación de materiales y equipos.

Posteriormente ratificamos el fenómeno por Microscopía de Barrido Electrónico, ya que observamos en las incrustaciones cadenas bacterianas mineralizadas, estructuras propias del fenómeno, y el espectrómetro EDS (Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy), adosado al microscopio, detectó la presencia de oxígeno, hierro y azufre que se corresponden con los metabolitos de las ferrobacterias y las BRS.

Como aporte original se determinó que las micrografías de la biomineralización permiten establecer el tipo de bacterias que la produjo, constituyendo esto un nuevo método de diagnóstico.

Desde el punto de vista práctico, puede decirse sin lugar a dudas el fenómeno CIM está presente y los organismos asociados han sido identificados. Esto nos ha permitido plantear medidas correctivas para alargar la vida útil de las instalaciones y medidas preventivas para minimizar su efecto negativo y evitar su propagación.