

## DEL TRABAJO EN LABORATORIO A LA INDUSTRIA: LA QUÍMICA APLICADA AL TRATAMIENTO DE EFLUENTES LIQUIDOS DE CROMO VI PROVENIENTES DE LABORATORIO

Autores. Carla Campetella Mayoral, Martín Alejandro Rodriguez, Juan José Martinez, Vergenie Aude Luppi, Liliana María Bertini

Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Centro de Ingeniería en Medio Ambiente (CIMA); Av. Madero 399 (CP 1106), Buenos Aires, Argentina . lbertini@itba.edu.ar

La química como ciencia básica presenta amplias posibilidades de estimulación de la actividad cognitiva de los estudiantes de ingeniería especialmente en los primeros años de su carrera. Las tareas de laboratorio implican un desafío importante donde los conocimientos teóricos pueden volcarse a la resolución de un problema real. En este trabajo se presenta una experiencia realizada con alumnos de segundo año de la carrera de ingeniería química quienes, a partir de un efluente o residuo acuoso conteniendo principalmente cromo y generado en los laboratorios de enseñanza de química, desarrollaron un tratamiento para minimizar su impacto ambiental. La actividad consistió en optimizar un proceso de tratamiento de dicho efluente, ya existente, para lograr los niveles de vuelco permitidos según legislación vigente (Resolución 336/03, Provincia de Buenos Aires) y aplicar así dichas modificaciones en una planta de tratamiento fisicoquímico piloto existente en la universidad.

### Materiales y Métodos

Todas las drogas utilizadas en el trabajo fueron de grado analítico ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ )

Las determinaciones de cromo se realizaron por espectrometría de absorción atómica de llama en un equipo Thermo Scientific ICE 3000. Los estándares para dichas determinaciones se prepararon a partir de una solución estándar grado espectrofotométrico ( $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ , Merck, KGA, Germany) .

Las mediciones de la demanda química de oxígeno (DQO) fueron realizadas mediante kit de análisis método Hach N° 8000 COD USEPA con método en reactor de digestión DRB200 y espectrofotómetro Hach DR 2800

Las calcinaciones de lodos se realizaron en un horno eléctrico con programador Indef Modelo 273.

### Resultados

El procedimiento de tratamiento del efluente de Cr(VI) a optimizar consistía en una reducción del Cr (VI) a Cr (III) en medio ácido por medio de una mezcla de alcoholes en solución acuosa (también obtenidos como residuos del laboratorio), una precipitación de  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  por medio de una alcalinización con  $\text{NaOH}$  a pH: 8 seguido finalmente de una coagulación del precipitado obtenido y su separación por decantación.

El contenido de Cr en este sobrenadante superaba el nivel de vuelco de 2 ppm (2,53 a 21, ppm). También el valor de DQO (de 103 000 mg/L a 131 000 mg/L) estaba por encima de los valores máximos permitidos de vuelco en cloaca de 700 mg/L.

El objetivo del trabajo fue, entonces encontrar, un tratamiento adicional que redujera estos niveles de DQO y la concentración de cromo en el sobrenadante final del proceso descrito anteriormente, así como también lograr una buena coagulación de lodos y un

acondicionamiento de los mismos para una poder establecer una reutilización.

1- Tratamiento del sobrenadante proveniente de la decantación de  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ :

Se ensayaron distintas metodologías de para reducir la DQO: degradación catalítica con  $\text{MnO}_2$ , y con  $\text{TiO}_2$ , degradación Fenton ( $\text{H}_2\text{O}_2$  30 volúmenes ,  $\text{Fe}^{2+}$ , pH:2). Para este último ensayo además se precipitó  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  por aumento de pH a 9 con NaOH. En el caso de la oxidación Fenton se obtuvieron los valores de DQO más bajos (12000 mg/L) así como los de Cr (menor al límite de detección LD: 0,0054 ppm).

Siendo aún alta la DQO de este sobrenadante para su vuelco (limite de DQO permitido 700 mg/L en descarga cloacal), se realizó un ensayo de toxicidad biológica para estimar la posibilidad de agregar un tratamiento biológico (proceso de barros activados) al tratamiento fisicoquímico ya considerado.

Para determinar la factibilidad del proceso, se realizó un análisis de biotoxicidad que permite estudiar los efectos inhibitorios del sobrenadante sobre la tasa de crecimiento de los microorganismos típicos presentes en una planta de tratamiento biológico. A partir de este estudio se determinaron las concentraciones máximas admisibles para el tratamiento con un proceso por barros activados. Actualmente se está trabajando en el ajuste de las variables del proceso para la aclimatación de los microorganismos a este efluente.

2- Acondicionamiento de lodos de  $\text{Cr}(\text{OH})_3$

Se realizaron ensayos de sedimentación con agregado de distintas sustancias floculantes para mejorar las características del lodo (velocidad de sedimentación e índice volumétrico de lodos).

Los lodos, así obtenidos, se calcinaron en mufla a  $450^\circ\text{C}$  para su deshidratación y eliminación de materia orgánica, seguidamente fueron lavados con  $\text{H}_2\text{O}$  desionizada y calcinados por segunda vez. El sólido obtenido fue analizado por Difracción de rayos X (DRX) en un equipo Phillips PW 3710 por lo que se determinó su composición (87 % de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ).

Se hicieron pruebas de inmovilización y lixiviación de este sólido en matriz de cemento con sellado de polietileno, con el fin de evaluar la posible reutilización como material de construcción o cerámico.

Conclusiones

El trabajo aquí expuesto evidenció la necesidad de incluir nuevos procesos de tratamiento a la planta piloto inicial: oxidación catalítica de materia orgánica (Fenton), floculación/sedimentación y tratamiento biológico.

Esta experiencia implicó una estrecha vinculación de los estudiantes con una problemática real sobre la minimización de residuos de cromo generados por los propios alumnos durante sus trabajos prácticos de laboratorio. El aprendizaje que obtuvieron al plantearse y desarrollar las distintas alternativas de tratamiento contribuye a la formación de profesionales reflexivos y capaces de resolver situaciones problemáticas aplicables a su futura vida profesional.