

EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES COMO ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Florencia Nadal, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Dpto. Química Industrial y Aplicada, ana.nadal@unc.edu.ar

Hernán Severini, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Dpto. Química Industrial y Aplicada, hernanseverini@gmail.com

Raquel Bazán, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Dpto. Química Industrial y Aplicada, raquel.bazan@unc.edu.ar

Daniel Yorio, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Dpto. Química Industrial y Aplicada, dlyorio@educ.ar

Andrea Montecino, Universidad Nacional Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Escuela de Ingeniería Química, andreamontecino84@gmail.com

Nicolás Brigante, Universidad Nacional Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Escuela de Ingeniería Química, nicolasbrigante@gmail.com

Emilia Marengo, Universidad Nacional Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Escuela de Ingeniería Química, merymarengo@gmail.com

Nancy Larrosa, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Dpto. Química Industrial y Aplicada, nancy.larrosa@unc.edu.ar

Resumen— Para contribuir con un ambiente viable desde la interacción empresa-ambiente y ambiente-sociedad, el grupo de Tecnologías Ambientales del Centro de Vinculación de Tecnología Química Industrial, integrado por docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Córdoba, realiza actividades de extensión e investigación proponiendo soluciones a la problemática de los efluentes generados en diversas actividades productivas y de servicios.

Los desafíos que se encuentran en el diseño de sistemas de tratamiento de efluentes son la variabilidad de características (calidad, caudal, estacionalidad) y restricciones que deben ser respetadas, tales como el cuerpo receptor, los recursos para afrontar las diversas soluciones, el espacio físico y el uso del suelo donde se emplaza el sistema (área protegida, zona urbana o industrial).

Es por ello que la actividad que realiza este grupo en temas de calidad de cuerpos receptores, capacidad de autodepuración, mejora de los sistemas productivos y revisión de las normativas relacionadas con los efluentes, contribuyen a que el diseño del sistema propuesto sea óptimo. El seguimiento de los sistemas de depuración y la capacitación de las personas involucradas son fundamentales para el adecuado funcionamiento del sistema.

De esta forma, alumnos y docentes de la carrera interactúan con la comunidad y ofrecen el conocimiento experto y el adquirido en la formación académica, como un aporte a la conservación ambiental.

Palabras clave— *Tratamiento de efluentes, ingeniería química, investigación y extensión.*

1. Introducción

Los cambios que han surgido en las últimas décadas en el mundo, producto principalmente de la necesidad de los países, de sus comunidades y de sus habitantes, han originado que las universidades participen e intervengan en la resolución de los problemas técnicos, socio-económicos, culturales y ambientales; urge entonces, que quienes se desenvuelven en estos medios proporcionen respuestas inmediatas a la consolidación del encuentro universidad-comunidad. El equilibrio entre las tres funciones, docencia, investigación y extensión, crea puentes entre las unidades académicas y los sectores externos a través de los procesos de transferencia tecnológica, concebidos como parte de la unión entre todos los integrantes del personal universitario [1].

La Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Córdoba está comprometida en el abordaje de los aspectos ambientales, tanto en la formación específica en el campo de la gestión y la problemática ambiental, como también trabajando transversalmente y desarrollando actividades de extensión en este tema como una devolución experta a la comunidad [2].

En el Centro de Vinculación de Tecnología Química Industrial (CeTeQuI), del Departamento Química Industrial y Aplicada, se ha conformado el Área de Tecnologías Ambientales, integrado por docentes del mismo departamento que trabajan en conjunto con los alumnos de la carrera de Ingeniería Química. Este grupo realiza proyectos de extensión e investigación en la temática ambiental, y como una parte de esta temática, se encuentra el tratamiento de efluentes.

El grupo tiene entre sus objetivos resolver cuestiones relacionadas a la problemática de la contaminación del recurso hídrico, haciendo foco central en el estudio de los efluentes líquidos industriales y cloacales, su impacto en el medio ambiente y las alternativas de reducción y tratamiento para la depuración de los mismos. En las alternativas planteadas, se intenta adoptar la estrategia “*inplant*”, de base más integral, en lugar de pensar al tratamiento de efluentes como una parte separada del proceso que lo genera (“*end-of-pipe*”). Esto hace que se aplique una cierta metodología para la resolución de problemas, que conlleva la investigación del caso, ensayos a escala laboratorio o piloto (según necesidad) y la capacitación del personal involucrado para el correcto uso de los sistemas y su concientización ambiental.

En este marco, alumnos de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Córdoba realizan sus Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS) y su Proyecto Integrador (PI). Las PPS que desarrollan estos estudiantes tienen como objetivos su formación complementaria y experiencia práctica en el ejercicio profesional relacionado con la elaboración de proyectos, dirección, auditoría, operación y mantenimiento de instalaciones destinadas a evitar la contaminación ambiental por efluentes. Por otra parte, sus PI tienen la finalidad de desarrollar e integrar los conocimientos adquiridos y la formación lograda a lo largo de la carrera, promover la creatividad, la iniciativa, la eficiencia, la responsabilidad y la utilización de metodologías y criterios profesionales a través de la presentación y defensa de un trabajo dentro del área de ambiente, específicamente sobre tratamiento de efluentes.

En este trabajo se presentan tres casos resueltos por el equipo de Tecnologías Ambientales de CeTeQuI en los que han participado estudiantes de la carrera de Ingeniería Química realizando su PPS, contemplada en el plan de estudio de la carrera para la inserción en el ejercicio profesional.

2. Metodología

Los casos presentados responden a problemáticas diferentes cuya resolución requirió en consecuencia, diversas acciones. Dichos casos fueron:

- El diseño de un sistema de baño seco para un área protegida que evita la generación de efluentes cloacales [3].
- La adecuación de un sistema de tratamiento de un efluente con alta carga orgánica [4].
- La detección de fallas de un sistema de depuración de un lavadero de camiones recolectores de residuos sólidos urbanos (RSU) y acciones de mejora [5].

Para cada solicitud de servicio recibida, CeTeQuI conformó los equipos de trabajo, compuestos por docentes expertos y alumnos que durante 200 horas de trabajo además de capacitarse en la temática se integraron a un equipo extensionista con diversas responsabilidades.

Para afrontar la tarea del diseño de los sistemas de reducción o tratamiento, o de las propuestas de mejoras de sistemas ya existentes se evaluaron una serie de factores [6, 7]:

- *Estudio de los procesos productivos y de las actividades que generan efluentes:* Tipos de procesos continuo/discontinuo; materia prima; insumos; operaciones unitarias; equipos, prácticas operativas.
- *Estudio de la normativa:* Análisis de leyes, decretos, resoluciones relacionadas a la actividad y los límites de vertido de efluentes vigente en la localidad donde se enclava el sistema.
- *Estudio de documentación ambiental:* Recopilación de análisis de datos de caudal de efluente máximo, mínimo y promedio, calidad y situaciones anómalas.
- *Proyecciones futuras de la empresa o institución:* Aumento de producción, cambio de procesos, etc.
- *Puntos de generación de efluentes:* Reconocimiento de líneas de efluentes de origen industrial, cloacal o combinadas; origen del agua residual: purgas de circuitos cerrados o semicerrados de refrigeración, de producción de vapor, de recirculación de aguas de proceso, aguas de condensados, de limpieza de equipos y utensilios, de baños, cocinas, etc.
- *Estudio de los sistemas de depuración existentes:* Dimensiones y tiempo de residencia del sistema actual; problemas de funcionamiento.
- *Caracterización de los efluentes:* Determinación visual o en laboratorio de los parámetros relacionados con el origen del agua residual: sustancias disueltas, en suspensión, materia orgánica biodegradable, materia orgánica no biodegradable, aniones, cationes, microorganismos.
- *Zona de vertido:* Tipo de recurso donde el efluente es vertido (embalse, río, suelo), capacidades de infiltración del terreno, tipo de suelo, caudal del río, calidad de agua del recurso hídrico y el uso de los mismos.
- *Estudio de la zona donde se emplaza la organización:* Área rural, área urbana, zona industrial, zonas protegidas.

Luego del análisis de los factores arriba mencionados, se plantearon las propuestas de tratamiento que más se adecuaron a cada organización, se realizaron ensayos de la tratabilidad del efluente y se dimensionaron los equipos.

Para complementar la asistencia técnica se realizaron visitas a las instituciones, en las ocasiones que fueron necesarias, para observar los procesos y mantener comunicación con el personal involucrado. Durante el trascurso de ejecución del proyecto y/o desarrollo tecnológico se realizaron reuniones para informar los avances o acordar sobre aspectos técnicos. Una vez finalizado el proyecto, se presentaron los informes correspondientes, se realizaron monitoreos de seguimiento y se ofrecieron capacitaciones al personal.

3. Resultados

Como resultados de este trabajo se presentan las actividades realizadas por el personal de CeTeQui, en los tres casos mencionados y donde los alumnos adquirieron las capacidades que le permitirán a futuro desempeñarse en el ejercicio profesional de la carrera, en lo que respecta al tratamiento de efluentes.

3.1. Caso 1: Tratamiento de efluentes en área protegida

Las áreas protegidas son espacios a los cuales la sociedad, en función de un conjunto de valores particulares y representativos, les otorga una categoría especial de protección para su conservación, con el objeto de asegurar el mantenimiento de su integridad en todo lo relacionado con sus particulares características fisiográficas, asociaciones bióticas, recursos naturales y calidad ambiental de los asentamientos humanos.

Esta área protegida en particular, de más de 35000 hectáreas y con el máximo nivel de protección, se encuentra ubicada en el oeste de la Provincia de Córdoba, abarcando una parte de la Pampa de Achala -entre los 1.900 y 2.300 metros de altura- y las quebradas vecinas sobre el cordón central de las Sierras Grandes de Córdoba. Es la zona de montaña donde, como cabeza de cuenca, se originan los cursos de agua que abastecen a prácticamente toda la población de la provincia de Córdoba.

3.1.1. Marco de la situación del tratamiento de efluentes en el área protegida

En este caso, las autoridades responsables de la administración del área protegida solicitaron al área de Tecnologías Ambientales el análisis y diseño de un sistema de concentración y eliminación de las excretas de los visitantes, como parte del mejoramiento de la infraestructura a brindar y del proceso de disminución de riesgos ambientales, ya que no cuenta con baños, excepto los ubicados en el centro de visitantes, a unos 5 km de los puntos de mayor interés turístico, ni con instalaciones de agua corriente (exceptuando el centro de visitantes y casa de guardaparques). De ello deriva que los visitantes, provenientes de todas partes del mundo, especialmente los acampantes, utilicen como sanitarios distintas zonas, existiendo una real posibilidad de contaminación biológica del suelo y agua del lugar, incluyendo una eventual dispersión de la misma.

3.1.2. Análisis de situación sobre el tratamiento de efluentes en el área protegida

Se relevaron los datos relevantes para el dimensionamiento de la situación, estableciéndose el número y procedencia de visitantes proyectado al horizonte de análisis, la fracción que acampa y el tiempo medio de estadía, junto con sus pautas culturales en lo relativo a higiene. A esto se sumaron los datos sobre la capacidad de carga del sistema del área, las condiciones ambientales en sus componentes bióticos y abióticos atmosféricos, hidrográficos y edáficos y se analizaron junto con los expertos y personal de campo del área las restricciones a satisfacer.

Se obtuvieron como resultado prospectivo unos 3000 visitantes mensuales, concentrados en los fines de semana, con unos 100 acampantes acostumbrados a las condiciones de higiene personal de los espacios destinados a tal fin en las áreas protegidas agrestes y que actualmente operan como origen de contaminación dispersa. Por otra parte, se relevaron como parámetros ambientales significativos la presencia de numerosos cursos de agua superficial y subsuperficial permanentes o no, muy escaso suelo, fuerte radiación solar en atmósfera transparente de altura, temperatura máxima promedio de 20 °C, temperatura mínima promedio de -3 °C y vientos de 60 Km/h, con gran amplitud térmica en el mismo día y entre estaciones e incluyendo precipitaciones en forma de lluvia, granizo y nieve. En cuanto a las restricciones, los máximos condicionantes correspondieron a la falta de agua corriente, baja disponibilidad de personal para afectarlo a sostener la operatividad del sistema, ausencia de fuentes energéticas convencionales y generar un diseño acorde a la no alteración del componente paisaje y a la rigurosidad del ambiente.

3.1.3. Desarrollo de propuesta para el tratamiento de efluentes en el área protegida

Considerando la no existencia de instalaciones de agua corriente y de los requerimientos de protección ambiental del área, desde el enfoque “*inplant*” se propone una solución orientada al diseño de un baño ecológico (que no utilice agua), para implementar en la zona, el cual considere las condiciones de relieve y climáticas., y que elimine o al menos disminuya fuertemente al carácter de difuso de la contaminación.

Luego de analizar distintas opciones, se propone a la administración del área una de las variantes de baño seco diseñada para, aprovechando las condiciones ambientales, deshidratar, en base a la combinación de movimiento de aire-energía solar, las excretas depositadas, y así poder proceder a su estabilización final con mayor facilidad en un punto determinado. Este sistema no utiliza agua para el transporte o tratamiento de heces, el habitáculo es móvil para poder trasladarlo dentro del parque en caso de ser necesario, y es independiente de las fuentes energéticas convencionales, aprovechando la radiación solar para el calentamiento y el viento para la circulación del aire, mientras que para los días en que el viento sea de baja velocidad, se propone un ventilador fotovoltaico. Asimismo, el techo del habitáculo propuesto es transparente para utilizar la radiación solar como fuente de luz.

Se trabajó conjuntamente con los especialistas del área protegida y se ajustaron detalles de proyecto, tras lo cual se elaboró la documentación técnica correspondiente a obra, listado de materiales y costos asociados, agregándose las indicaciones para el mantenimiento, operación y protección del personal afectado.

3.2. Caso 2: Tratamiento de efluentes de una industria de golosinas

Los efluentes de las industrias alimentarias se caracterizan por poseer una gran cantidad de materia orgánica, además de sólidos en suspensión y valores de pH que se encuentran por fuera de los rangos admisibles. Las cantidades de efluentes y la concentración de los contaminantes de estas empresas no son constantes a lo largo de una jornada de producción, sino que varían, generando sobrecargas y problemas en la operación de los sistemas de tratamiento [8].

En este caso, docentes y alumnos, trabajaron bajo el objetivo de determinar las causas que afectaban el normal funcionamiento de una laguna facultativa que trataba los efluentes, proponer prácticas de mejora y un rediseño para favorecer la eficiencia del sistema biológico de tratamiento.

3.2.1. Marco de la situación de la industria de golosinas

El sistema de tratamiento del efluente industrial consistía en una cámara desgrasadora y una laguna facultativa. El efluente era conducido por bombeo desde la salida de la planta industrial hasta la entrada a la cámara desgrasadora, ubicada a 2,5 km de distancia.

La cámara tenía un volumen de 59 m³ y un tiempo de residencia hidráulico (TRH) de 3 horas, considerando caudales medios de 18 m³/h. Esta operación lograba una separación por diferencia de densidad. La capa de grasa acumulada en la superficie se retiraba luego por medio de camiones atmosféricos, mientras que el líquido residual era conducido a la laguna.

La laguna de estabilización tenía un volumen de 14640 m³, una profundidad media de 2 m y un TRH de 35 días, aproximadamente.

El problema que afectaba a la empresa, era la elevada carga orgánica del efluente final (que sobrepasaba los límites del ex-Decreto Provincial 415/1999 (hoy, Decreto Provincial 847/2016 [9]) y los olores molestos, que empezaban a afectar a los hogares colindantes con la consecuente queja de los vecinos.

3.2.2. Análisis de fallas de la industria de golosinas

Se realizaron monitoreos, tomando muestras en todo el sistema de depuración existente. Se establecieron cinco puntos de muestreo: salida de planta, entrada a cámara desgrasadora, salida de cámara desgrasadora, punto céntrico de laguna, salida de la laguna. Se realizaron mediciones de pH, oxígeno disuelto, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), grasas y aceites, sólidos sedimentables, suspendidos y disueltos y análisis microbiológicos.

A través del análisis y modelos de degradación en lagunas, se obtuvo que la concentración de DBO₅ y caudal del efluente de la industria se encontraban dentro de rangos de operación normales para el tamaño de la laguna, pero se evidenció ausencia de oxígeno disuelto y un pH ácido (alrededor de 4). La combinación de estos factores hacía que la laguna actuara de manera anaerobia y dificultaba la degradación biológica.

3.2.3. Resolución del caso de la industria de golosinas

Analizando las fallas, se interpretó que la falta de operaciones como la ecualización y la neutralización del efluente que regulen las condiciones del caudal de entrada, llevaron a

un desequilibrio en el normal funcionamiento. Debido que dicha industria poseía una alta variabilidad en la composición de su efluente: pasando de una concentración elevada de azúcar y colorantes con bajo pH a un efluente con alto contenido de grasas; el pretratamiento inadecuado era el principal problema a mejorar para favorecer la degradación de la materia orgánica.

Se realizaron ensayos cinéticos de degradación de materia orgánica, ajustando la curva de DBO₅ a 20 días (método manométrico) a un modelo lineal de orden n=1. Los resultados mostraron que el agua residual, en condiciones adecuadas de pH y sin gran cantidad de material oleoso, era perfectamente biodegradable en la laguna facultativa.

Haciendo foco en el pretratamiento, se diseñó el esquema mostrado en la Figura 1. Se dimensionaron y desarrollaron características de los equipos de las operaciones de equalización, remoción de grasas por flotación, alcalinización y medición de pH y acondicionamiento de la cámara decantadora de grasa para resolver así el conflicto de calidad del efluente final.

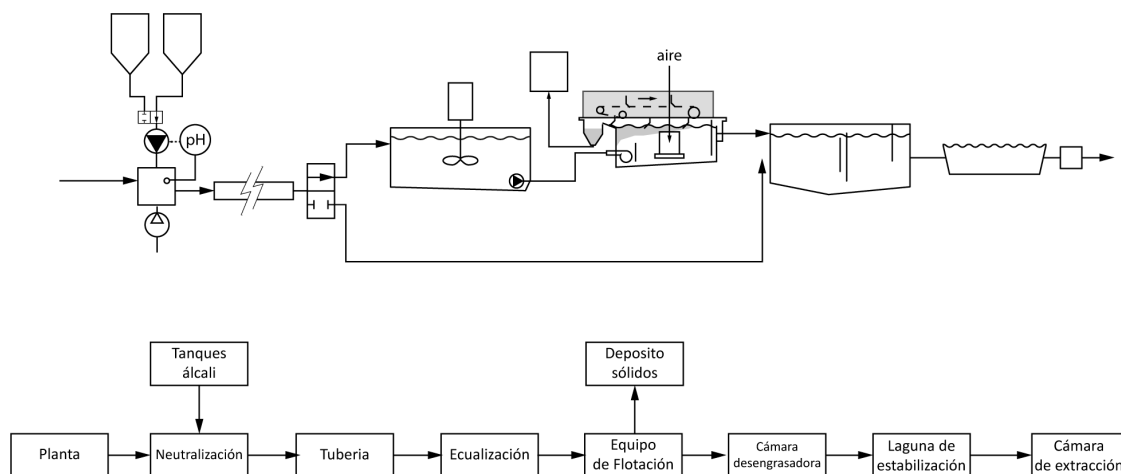


Figura 1: Esquema de tratamiento diseñado para una industria de golosinas con alta carga de materia orgánica y material oleoso y elevada variabilidad. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Caso 3: Tratamiento de un efluente proveniente de lavadero

En un lavadero de automotores no sólo se produce el lavado de las partes externas sino también de los motores. Por consiguiente, es esperable que en los efluentes haya una cantidad considerable de grasas, aceites, hidrocarburos, sólidos, surfactantes usados para el lavado y microorganismos. Además, traen aparejados serios problemas ambientales debido a las grandes cantidades de agua que consumen y, en consecuencia, los grandes volúmenes de efluentes que producen [10].

El objetivo de este trabajo fue evaluar el funcionamiento del sistema de tratamiento de la empresa y mejorar la eficiencia de las instalaciones existentes ya que el efluente no cumplía con los límites exigidos por Decreto Municipal 211/1998 [11] y el Decreto Provincial 847/2016 [9].

3.3.1. Marco de la situación del lavadero

El efluente que provenía del sector de lavado de vehículos pasaba a través de una reja metálica, que realizaba un desbaste, y se dirigía hacia la cámara de recepción, para

luego ingresar a la cámara separadora de grasas e hidrocarburos. En ésta última, aquellos componentes de densidad menor que la densidad del agua quedaban suspendidos en la parte superior de la cámara y el efluente clarificado fluía por un camino delimitado por tabiques hacia la siguiente cámara a través de ramales en T.

En la cámara séptica se producía la separación de sólidos sedimentables, los cuales se depositaban en el fondo de la cámara y la actividad anaeróbica de microorganismos degrada la materia orgánica presente en el efluente.

Por último, el efluente tratado ingresaba a la cámara de toma de muestra en donde era dividido y dirigido a través de tres canales (tubos) hacia las zanjas de infiltración.

La problemática del lavadero era que estaba intimado por los organismos de control ya que el efluente final no cumplía con los límites de sólidos sedimentables y de grasas y aceites.

3.3.2. Detección de fallas del lavadero

En el relevamiento se verificaron medidas de la construcción de las instalaciones de depuración conforme a plano, la metodología de lavado de los camiones (tiempo de lavado, frecuencia de lavado), las prácticas de los operarios, etc.

En el lavado de los camiones se observó una gran cantidad de residuos vegetales que aportaban componentes orgánicos al efluente. También había una contribución de aceites provenientes de las cajas de los camiones y otros compuestos variables según la carga de las mismas. Debido a esto, se eligieron los parámetros grasas y aceites, sólidos sedimentables, pH y temperatura como indicadores de la calidad del efluente.

Durante el proceso se constataron varios factores que hacían que el sistema no funcionara adecuadamente. Se comprobó la existencia de problemas de mantenimiento (reja móvil, grandes depósitos de barro, etc.) y errores de diseño o construcción (ramales en T muy cortos en las cámaras). El sistema de tratamiento comenzaba con una operación de separación de sólidos gruesos por medio de rejillas de barras. Sin embargo, dicha reja metálica no estaba fijada a la pared, de manera que su movilidad permitía el ingreso de objetos de gran tamaño a las cámaras, como bolsas, vasos, bandejas plásticas, etc. Dichos objetos se encontraban presentes en la cámara de recepción y en la cámara separadora de grasas e hidrocarburos. El ingreso de este material disminuía la eficiencia del sistema ya que no podía ser degradado biológicamente y contribuía a la formación de residuos sólidos excesivos.

Por otro lado, los tabiques de la cámara separadora de grasas e hidrocarburos no estaban correctamente instalados. Esto implicaba que la fase oleosa rebosara sobre el tabique fluyendo a la siguiente cámara, no cumpliéndose con el objetivo de separación de dicha operación. Además, la longitud de los ramales T en la salida de la cámara no era la adecuada (era más pequeña que la longitud necesaria) y como consecuencia, el efluente que pasaba de una cámara a otra era superficial, conteniendo los componentes que se intentaba separar (hidrocarburos y grasas).

3.3.3. Resolución del caso del lavadero

En función de los problemas que se habían detectado, se presentó a la empresa una serie de modificaciones que consistían en fijar la reja implementar una limpieza periódica de la misma; retirar los depósitos de barro de la cámara separadora de grasas e hidrocarburos y de la cámara séptica; reemplazar los ramales de la salida de cada una de

las cámaras por otros de mayor longitud; realizar una limpieza exhaustiva de lodos del todo el sistema.

Luego de la ejecución de las mejoras, y teniendo en cuenta el caudal de ingreso de influente y el volumen de las cámaras, se esperaron 30 días aproximadamente hasta el llenado de las mismas para realizar una nueva toma de muestra. La Tabla 1 muestra la comparación entre los valores de los indicadores químicos antes y después de las mejoras.

Tabla 1. Valores de los indicadores químicos antes y después de la implementación de las mejoras propuestas.

Parámetro	Unidad	Resultado antes de la mejora	Resultado después de la mejora
Grasas y Aceites	mg/L	128	79
Sólidos sedimentables (10 min)	mL/L	0,8	0,1
pH	UpH	6,5	6,3

Fuente: Elaboración propia

En el marco de este proyecto, se elaboraron instructivos de mantenimiento del sistema y limpieza de las operaciones para que lo lleven a cabo los operarios del sector. Cabe aclarar que la empresa contrató a CeTeQuI para resolver la problemática sin que eso signifique una inversión significativa. Al momento de entregar el informe, se recomendó tratar el agua para ser recirculada al proceso, con el fin de optimizar el uso del recurso.

4. Conclusiones

Los diversos proyectos de investigación y de extensión realizados desde el Área de Tecnologías Ambientales del CeTeQuI, donde trabajan en conjunto docentes y alumnos de la carrera de Ingeniería Química, contribuyen a la protección del ambiente, proponiendo soluciones a la problemática de los efluentes generados en diversas actividades productivas y de servicios. A su vez, completan la formación de los estudiantes para la adquisición de capacidades técnicas para la resolución de problemas ambientales, tal como lo es la generación de efluentes y sus vertidos.

A través de estas PPS los alumnos pusieron en práctica actividades propias del ejercicio de la profesión en lo que se refiere a operaciones unitarias de transferencia de momento, masa y energía, al cálculo de velocidades de reacción y diseño de reactor, a la química aplicada y a la gestión de procesos desde un punto de vista integral. A su vez, abordaron los casos con espíritu crítico, adquiriendo la capacidad de discernir entre las diferentes opciones de sistemas de tratamiento de efluentes, de estandarizar procedimientos de monitoreo, de realizar registros y de redactar informes.

De esta manera, los docentes y alumnos desempeñan actividades propias de la Ingeniería Química, que van más allá del antiguo concepto de que las unidades académicas se dediquen exclusivamente a la docencia e investigación. El conocimiento experto y el adquirido por los estudiantes son ofrecidos a la sociedad con el fin de que la Universidad interactúe y ofrezca soluciones técnicas (desde el punto de vista ingenieril, en este caso). Es fundamental encontrar un adecuado equilibrio entre las actividades de enseñanza, las de investigación que dan soporte a las tecnologías aplicadas y las actividades de extensión como devolución a la comunidad a la que pertenece.

5. Referencias

- [1] SIRA, S.; VENEZUELA, E. C. (2011). Equilibrio entre las funciones de docencia, investigación y extensión en Ingeniería (Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente, Municipalidad de Rosario, 2018)a. Desarrollo histórico. *Ingeniería y Sociedad UC*, V.6, N.1, Venezuela p.51-57.
- [2] LARROSA, N.; SEVERINI, H.; NADAL, F.; BAZÁN, R.; LÓPEZ, A.; ORONÁ, C.; CARRANZA, P.; BRIGANTE N.; MARÍN, A.; GIANNA, V.; YORIO, D. (2016). Vinculación ambiental en Ingeniería Química. Actas de *IV Jornadas de difusión de Investigación y Extensión en Ingeniería Química FCEfyN-UNC*, Córdoba.
- [3] MARENGO VILLASUSO E. (2014). *Diseño de baño ecológico seco para un Parque Nacional*. Informe de Práctica Profesional Supervisada, Ingeniería Química. Universidad Nacional de Córdoba.
- [4] BRIGANTE, L. (2015). Análisis e identificación de causas del mal funcionamiento de una laguna de estabilización en una industria alimentaria. *XXIII Jornada de Jóvenes Investigadores AUGM*, La Plata.
- [5] MONTENCINO A. (2017). *Diseño y control de sistema de tratamiento de efluentes* Informe de Práctica Profesional Supervisada, Ingeniería Química. Universidad Nacional de Córdoba.
- [6] CERVANTES, F. J.; PAVLOSTATHIS, S. G.; VAN HAANDEL, A. (eds) (2006). *Advanced biological treatment processes for industrial wastewaters*. Países Bajos: IWA publishing. 359p
- [7] TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. (2003). *Wastewater engineering treatment and reuse* (No. 628.3 T252s). Boston: McGraw-Hill Higher Education. 1846p.
- [8] WIESMANN, U.; CHOI, I. S.; DOMBROWSKI, E. M. (2007). *Fundamentals of biological wastewater treatment*. Alemania: John Wiley & Sons. 392p.
- [9] Decreto 847/2016. Estándares y Normas sobre Vertidos para la Preservación del Recurso Hídrico de la Provincia. *Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba, Año CIII Tomo DCXIX N° 141*. Córdoba, Jueves 21 de julio de 2016.
- [10] Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente, Municipalidad de Rosario. (22 de Junio de 2018). *Buenas Prácticas Ambientales en Lavaderos de Automotores, Talleres Mecánicos y Lubricentros*. Obtenido de https://www.rosario.gov.ar/web/sites/default/files/buenas_practicas_talleres.pdf
- [11] Decreto Municipal 211/1998. Reglamenta Ordenanza N° 7104 - Contaminación en el ambiente urbano y periurbano. *Boletín Municipal*. Córdoba, 29 de Octubre de 1998.