

Biofiltros2

by PABLO DAVID ANDRADE VELASQUEZ

Submission date: 08-Aug-2019 11:38PM (UTC-0500)

Submission ID: 1158789043

File name: 3311_PABLO___DAVID_ANDRADE_VELASQUEZ_Biofiltros2_274947_1295056893.docx (229.68K)

Word count: 3140

Character count: 17266



5 Resumen de la propuesta	Palabras clave
Actualmente en las plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) se generan diferentes gases contaminantes que son emitidos al ambiente. Estos gases contaminantes incluyen una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos volátiles (COVs y CIVs), los cuales causan afecciones a la salud de las poblaciones y al ambiente circundante. Es por esto que debido al incremento de la población y a los desechos generados, ha aumentado la normatividad y regulaciones en cuanto a calidad de aire se refiere, para lograr reducir estos contaminantes en la atmósfera. Teniendo cuenta esta situación, se han desarrollado diferentes tecnologías de mitigación y eliminación de estos gases contaminantes, que pueden ser tratamientos físicos, químicos o biológicos. Estos últimos han venido en auge por su bajo costo y altas eficiencias, sin la generación de subproductos contaminantes. Dentro de los tratamientos biológicos, los sistemas de biofiltración son una alternativa eficiente que no genera residuos secundarios y es un sistema idóneo para la remoción de COV's y CIV's en todo tipo de industrias. Considerando lo anterior este proyecto tiene como fin la biofiltración de una mezcla de gases contaminantes que simule las condiciones encontradas en una PTAR convencional usando como lechos, materiales orgánicos basados en compost, así como la evaluación operacional y microbiológica de este sistema. Para saber las mezclas contaminantes emitidas en la PTAR y la eficiencia de remoción de la mezcla contaminante en el sistema de biofiltración, se utilizará un analizador portátil de fotoionización, una nariz electrónica y cromatografía de gases-espectrómetro de masas.	Biofiltración, compuestos orgánicos volátiles, compost, compuestos inorgánicos volátiles.

Problema de investigación

Nit. 860.012.357-6

SEDE PRINCIPAL BOGOTÁ - PBX: (571) 587 87 97 Línea gratuita nacional: 01 8000 111 180
Carrera 9.ª n.º 51-11 / contactenos@usantotomas.edu.co
www.usta.edu.co

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
PBX: (571) 595 00 00 ext. 2044 / Carrera 10.ª n.º 72-50 / admisiones@ustadistancia.edu.co
www.ustadistancia.edu.co





A nivel global la preocupación por la calidad del aire (COVs y CIVs) ha ido en aumento debido a las emisiones contaminantes generadas por las industrias, las cuales generan problemas en la salud a corto, mediano y largo plazo (An et al., 2014). Teniendo presente esta problemática, han aumentado las normativas regulatorias, los entes gubernamentales, empresas, tecnológicas o cambio en los procesos productivos para realizar un control de estas emisiones; sin embargo, estas implementaciones generan grandes costos. En los sectores agroindustriales, petrolero y en las plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) son emitidos diferentes tipos de compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos que causan olores al ambiente (Lebrero et al., 2014; Tamaddoni et al., 2014; Van der Heyden et al., 2015).

En Colombia, según el último censo realizado, el 77.1% de la población habita en las principales cabeceras municipales del país y esto ha provocado un aumento aproximado del 3% del acceso al servicio público de agua y alcantarillado (DANE, 2018). Este incremento en las cabeceras principales del país ha producido un aumento en la demanda del recurso hídrico y por ende aumento en los residuos líquidos, lo que conlleva a la intensificación del tratamiento de aguas residuales y a su vez las emisiones asociadas a las PTAR. Actualmente las emisiones generadas en esta industria, afectan de forma permanente a la población y ambiente cercano por los gases y olores que se emiten durante el proceso de tratamiento de las aguas residuales. Este tipo de malos olores son causados en las aguas residuales por la degradación de la materia orgánica, gases inorgánicos, ácidos orgánicos, aminas y los altamente tóxicos como los fenoles y mercaptanos.

Para tratar o mitigar los COVs y CIVs, existen diferentes tecnologías o procesos como la absorción, adsorción, condensación, oxidación y osmosis inversa (Forero et al., 2018). Estas tecnologías poseen una alta eficiencia en remoción para todo tipo de contaminantes, pero generan un alto costo en cuanto inversión y mantenimiento, además pueden generar subproductos, que deben tener una disposición (Altayan et al., 2016; Boussu et al., 2007).

Una alternativa que ha estado en auge en los últimos años son las biotecnologías, como la biofiltración, que tiene altas eficiencias para la remoción de compuestos volátiles, tiene bajo costo de mantenimiento y no genera subproductos nocivos (Cabeza et al., 2013; Forero et al., 2018). A pesar de ello, esta tecnología depende de factores determinantes para generar altas eficiencias como el tipo de lecho, humedad, el caudal del gas, tipo y concentración de los contaminantes. Respecto a este último factor, se ha observado que cuando se presentan mezclas de gases y condiciones cambiantes en la concentración de los compuestos, la eficiencia de eliminación no es alta para todos los compuestos, de forma que este sistema aún requiere la optimización en estas condiciones.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN: ¿Que tan eficiente puede llegar a ser la remoción a través de biofiltración de una mezcla de COVs y CIVs que simulan las condiciones de emisión en una planta de tratamiento de agua residual?

Justificación

Las emisiones generadas en las industrias y la exposición a los compuestos inorgánicos y orgánicos volátiles generan un riesgo a la salud de las personas y seres vivos. La población que vive en áreas cercanas de las plantas de tratamiento de aguas residuales u otras áreas industriales, presenta concentraciones



de este tipo de compuestos, los cuales generan afecciones y enfermedades a través de la inhalación, y a altas exposiciones llegan a aumentar las posibilidades de sufrir cáncer. De ahí la importancia de efectuar un manejo en las empresas generadoras de los COVs y CIVs.

En Colombia, a estas emisiones en la actualidad se les ha empezado a dar importancia con respecto a su correcto manejo y tratamiento, mediante diferentes normativas (Resolución 2087 de 2014, resolución 1541 de 2013 y resolución 610 de 2010), es por esto que es necesario empezar a implementar técnicas o tecnologías para el tratamiento de los compuestos volátiles, entre la cual podemos identificar un proceso biotecnológico como la biofiltración, la cual es considerada de bajo costo con eficiencias altas para la degradación de COVs y CIVs.

Los sistemas de biofiltración han tomado fuerza gracias a los costos reducidos y al alto rendimiento para la eliminación de compuestos gaseosos que se producen en varias operaciones o procesos productivos industriales. Este tipo de tecnología tiene ventajas a nivel económico sobre otros métodos químicos o físicos como los son los lavadores, precipitadores electrostáticos y filtros de mangas (Belaissaoui, Le Moullec, & Favre, 2016; Boussu et al., 2007). Además de estas diferencias, en los sistemas de biofiltración no se generan subproductos por el uso de materia orgánica como lecho, generando una degradación completa de los contaminantes tratados.

Para el uso de este tipo de tecnologías, es posible la ¹³utilización de residuos orgánicos de varias industrias, como bagazo de caña, cascarilla de arroz y residuos de poda que permiten la minimización de costos iniciales y a su vez le dan valor agregado a dichos residuos. Con estos sistemas de biofiltración, la eliminación de contaminantes presentes en las emisiones de algunas PTAR ha alcanzado eficiencias mayores a 90% para diferentes COVs y CIVs. Este proyecto tiene como fin la eliminación de una mezcla de COVs y CIVs en un sistema de biofiltración a escala de laboratorio utilizando lechos filtrantes orgánicos con residuos lignocelulósicos, teniendo en cuenta la mezcla de contaminantes encontrados en una PTAR mediante un monitoreo in situ.

Objetivo general

Evaluar la remoción de COVs y CIVs en condiciones transitorias a través de biofiltros empacados con compost

Objetivos específicos

1. Determinar los COVs y CIVs presentes en la PTAR- El Salitre mediante un monitoreo in situ
2. Generar lechos de biofiltración a través del compostaje de materiales lignocelulósicos
3. Implementar un sistema de biofiltración para el tratamiento de COVs y CIVs a escala laboratorio.
4. Evaluar la eficiencia de remoción simultánea de COVs y CIVs en condiciones transitorias a escala laboratorio empleando diferentes técnicas de monitorización.
5. Analizar la composición fisicoquímica y microbiológica de los lechos filtrantes antes, durante y después del proceso de biofiltración de COVs y CIVs.



Estado del arte y marco conceptual

Los olores ofensivos se deben generalmente a la presencia de una mezcla de compuestos volátiles con bajo umbral de detección, es decir son detectables por la nariz en bajas concentraciones en el aire, entre ellos se destacan los compuestos inorgánicos volátiles (CIVs) y compuestos orgánicos volátiles (COVs), como mercaptanos, sulfuros orgánicos, aminas, ácidos orgánicos, aldehídos y cetonas. Estos compuestos son generados durante procesos industriales, como la fabricación de alimentos, pinturas, papel, industria farmacéutica, refinerías; y también de forma natural en actividades como la crianza de animales de granja, compostaje, tratamiento de aguas residuales, tratamientos de subproductos animales, entre otros (Revah & Morgan-Sagastume, 2005).

El olor se puede caracterizar analíticamente, al identificar y cuantificar los compuestos relacionados con el mismo, y sensorialmente, a través de asesores humanos que evalúan la intensidad, carácter, aceptabilidad y umbral de detección, entre otras variables (Estrada et al., 2011).

Los olores ofensivos en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) corresponden a una mezcla de compuestos volátiles, asociados al manejo mismo del agua residual, la degradación de la materia orgánica dentro de la planta de tratamiento y también con la generación y disposición final de residuos sólidos como lodos activados. Estos se deben principalmente a reacciones químicas durante el tratamiento primario y a procesos de biodegradación de materia orgánica (proteínas, grasas y vitaminas) en condiciones en un ambiente de alto contenido de materia orgánica (5-20%), bajo contenido de oxígeno y nitrato como suelen ser las aguas residuales y los lodos provenientes del proceso de tratamiento. Además, hay una mayor transferencia de los compuestos volátiles presente en el agua residual a la fase gaseosa en zonas de alta turbulencia o alta área interface aire/agua como en la zona de captación y tanques de sedimentación (Estrada et al., 2011; Lewkowska et al., 2016).

Los principales compuestos que contribuyen al olor son sulfuro de hidrógeno, sulfuro de dimetilo, mercaptanos y amoníaco, aunque también se han detectado alcoholes, ácidos grasos volátiles, aldehídos, cetonas y aminas. Estos compuestos suelen estar en nivel de trazas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), donde son inocuos a nivel toxicológico, pero pueden generar un riesgo ocupacional en espacios cerrados dentro de las PTAR, como en la zona de manejo de lodos, donde podrían alcanzarse concentraciones letales (Iranpour et al., 2005).

Para reducir las emisiones de olores ofensivos y cumplir con las normativas de calidad del aire, se han desarrollado diversos métodos fisicoquímicos y biológicos. El uso de una u otra tecnología depende del contaminante a tratar, su concentración, flujo y el modo de emisión de los gases. Además, es necesario tener en cuenta la temperatura de emisión, la concentración de oxígeno, la presencia de otros componentes, la solubilidad, el costo de inversión y el mantenimiento del sistema.

En el tratamiento biológico, los gases contaminantes son transferidos por una corriente de aire a la fase acuosa donde están los microorganismos y éstos los usan como fuente de energía o carbono de manera que los transforman a compuestos de menor toxicidad y olor, como CO_2 , sulfatos, nitratos y agua, además de generar biomasa. Para que se pueda usar este método, los contaminantes deben ser biodegradables y no-tóxicos para el sistema biológico.

Los tratamientos biológicos tienen la ventaja de que pueden ser usados a temperatura ambiente (10-40 °C) y presión atmosférica, son fáciles de manejar, tienen menores costos de operación, ya que no se necesitan energía para la degradación, ecológicamente más limpios y menos susceptibles a los parámetros de diseño que los tratamientos físicos y químicos (Revah & Morgan-Sagastume, 2005). Dentro de estos, la biofiltración se ha usado en Europa y Estados Unidos desde los años 60 para el tratamiento de olores provenientes de actividades como compostaje, tratamiento de aguas residuales, industria



alimentaria y granjas pecuarias encontrando que esta tecnología es robusta, de fácil operación y alto desempeño (Leson & Winer, 1991).

En un biofiltro, los gases contaminantes pasan a través de un soporte poroso húmedo y son difundidos a la fase acuosa del biofilm que contiene los microorganismos para la degradación, los nutrientes y el oxígeno. El soporte puede ser de un material orgánico como tierra, compost, turba, desechos de madera y cualquier otro que pueda retener agua y aporte minerales para el crecimiento de la población microbiana (Revah & Morgan-Sagastume, 2005). Los factores que afectan el desempeño de un biofiltro son: las características del soporte, pH, temperatura, humedad, nutrientes, concentración de O₂, la caída de presión, el tiempo de residencia del gas en el soporte (EBRT), los microorganismos presentes en él y la concentración del contaminante. Estos parámetros deben optimizarse para que el desempeño del biorreactor sea el mejor posible y sea posible la transferencia de la tecnología bajo condiciones locales (Singh & Ward, 2005).

La biofiltración es muy usada principalmente para la reducción de H₂S y COVs en las PTARs, ya que este sistema tiene bajos costos de inversión y operación respecto a otras tecnologías y alta eficiencia de eliminación de contaminante de interés, a bajas concentraciones y a alto caudal (Estrada et al., 2011); si bien, también es deseable la remoción de los demás compuestos que contribuyen a los olores ofensivos. En estos casos donde ocurre mezcla de contaminantes, la transferencia de masa al biofilm y la biodegradabilidad, en especial si hay efectos de inhibición, llevan a una competencia entre los compuestos que afecta la eficiencia de eliminación de algunos de ellos (Rene et al., 2013). Al respecto, en las PTAR se ha reportado que la eficiencia de remoción de otros gases como NH₃ y COVs, es menor al 90% (Iranpour et al., 2005) y que la aclimatación a estos gases toma más tiempo que la de H₂S (Xie et al., 2009).

Metodología

1. Muestreos puntuales en la PTAR-El Salitre: Como paso inicial, se realizarán muestreos puntuales en diferentes días de la temporada seca (febrero y marzo) y lluviosa (abril y mayo), se tomarán muestras del gas emitido en la zona de pretratamiento de la PTAR-El Salitre en bolsas Tedlar a través de bombeo para posteriormente ser llevadas al laboratorio y analizadas.
2. Identificación de COVs y CIVs asociados a olores ofensivos: Para la identificación de los contaminantes generados en la PTAR-El Salitre se manejarán diferentes herramientas para identificar y medir la concentración de contaminantes.
 - Se analizará la muestra en las bolsas Tedlar recogidas por medio de cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de masa.
 - Posteriormente se utilizará una nariz electrónica (PEN3) donde inicialmente se realiza una calibración para la identificación de manera cuantitativa y cualitativa de los contaminantes encontrados en el cromatógrafo de gases. Seguido de esto, se realizarán pruebas para evidenciar que la calibración de cada contaminante fue correcta.
 - Por último, y teniendo en cuenta los compuestos encontrados en los muestreos, se medirán las concentraciones en partes por millón (ppm) de COVs y CIVs por medio de detectores portátiles con sensores de fotoionización (MultiRae, RKI GX-6000).



1. Compostaje: Inicialmente se hará la recolección del material a utilizar, el cual será bagazo de caña de azúcar y residuos de pollinaza generados en las industrias avícolas, luego se realizará un tratamiento de disminución de partícula, homogeneización, control de humedad y todo lo que se refiere al alistamiento para efectuar el inicio de proceso de compostaje. Se escogen estos materiales debido al correcto funcionamiento en términos operacionales encontrados en trabajos previos.
 - Para el sistema se utilizarán canecas de 210 l de capacidad para agregar el material a compostar (pollinaza y bagazo de caña) y se utilizará un compresor de 150 libras para la aireación, con el fin de garantizar parámetros operativos importantes a lo largo del proceso como la humedad, caudal de aire y proporción de la mezcla.
 - Se realizará caracterización completa al principio y al final para identificar los cambios fisicoquímicos y microbiológicos en el material. Los parámetros de control serán tiempo de retención, humedad, y se medirá temperatura, sólidos totales, sólidos volátiles, pH, nitrógeno los cuales se realizarán por triplicado durante el proceso de maduración del sistema.
 - Este proceso tendrá una duración aproximada entre 4 y 5 meses en donde al final se obtendrá un compost maduro el cual se utilizará como lecho filtrante para la eliminación de las corrientes contaminantes de COVs y CIVs.
2. Ensayo de biofiltración: El sistema de biofiltración consistirá en tubos de PVC de 4" seccionados en 3 partes de 27 cm de altura empacados cada uno con el material previamente compostado. Esta configuración de los biofiltros permite el muestreo de gas y biomasa a lo largo del sistema. En total se trabajará con un sistema de biofiltración compuesto por 3 biofiltros sobre los cuales se realizará seguimiento diario de la composición del gas contaminado, la humedad y la eficiencia de remoción en cada sección del biofiltro.
 - El compost obtenido en la etapa previa se utilizará como lecho filtrante y se fijarán los parámetros de operación (EBRT; humedad; caudal de gas) que son determinantes para una buena eficiencia de eliminación de los gases.
 - La mezcla de gases contaminantes se preparará de acuerdo a los resultados obtenidos en la identificación y cuantificación de COVs y CIVs emitidos en la PTAR, teniendo en cuenta los gases que presenten las concentraciones más altas. Se generará un prototipo de simulación del gas de trabajo y se evaluará su concentración de forma individual y en mezcla. Esta mezcla finalmente se llevará hasta los biofiltros para evaluar su eliminación a través de la medición de la concentración con el detector portátil de gases y con la nariz electrónica en cada sección y en la salida del sistema.
 - Para la medición de la eficiencia de remoción en el sistema, se usarán los detectores portátiles de fotoionización (MultiRae, RKI GX-6000) y la nariz electrónica (PEN3) en la entrada y salida de cada biofiltro durante la evaluación de los contaminantes ya sea en forma individual o simultánea.
 - Una vez se haya logrado alta eficiencia de remoción de los gases, se variarán algunos parámetros de operación (flujo de gas, concentración de contaminantes y humedad) con el fin de determinar las mejores condiciones que permitirán la transferencia de la tecnología a las industrias generadoras de gases contaminantes.
3. Estudio de lechos filtrantes: Los lechos filtrantes utilizados para el tratamiento de los COVs y CIVs serán caracterizados fisicoquímicamente para estudiar la modificación generada durante el proceso de tratamiento de los compuestos. Adicionalmente, se llevará a cabo un análisis



microbiológico al inicio y al final del proceso de biofiltración para estudiar la modificación en las propiedades de los lechos y la comunidad microbiana durante el proceso de tratamiento de los gases.

Resultados esperados

4

1. Generación de nuevo conocimiento: 1 Artículo de investigación sometido a revista categoría Q1, Q2, Q3
2. Desarrollo tecnológico e innovación: Informe técnico final, presentado a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para transferencia tecnológica.
Prototipo Industrial para la biofiltración de COVs y CIVs provenientes de diferentes actividades económicas
3. Apropiación social del conocimiento: Participación como ponente en evento científico internacional
Incorporación de Estudiantes de pregrado al semillero de investigación como estrategia pedagógica
- Circulación del conocimiento especializado a través de la participación en un congreso internacional.
4. Formación de recurso humano para la CTel:
 - 1 Vinculación de estudiante de doctorado
 - 2 Estudiantes de pregrado formados como auxiliares de investigación

Biofiltros2

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	es.scribd.com Internet Source	1%
2	www.postershop-espana.com Internet Source	1%
3	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Student Paper	1%
4	Submitted to Universidad Santo Tomas Student Paper	1%
5	juarez.gob.mx Internet Source	1%
6	bib.minjusticia.gov.co Internet Source	<1%

7	www.paot.org.mx Internet Source	<1 %
8	docplayer.es Internet Source	<1 %
9	issuu.com Internet Source	<1 %
10	repository.unimilitar.edu.co Internet Source	<1 %
11	repository.lasalle.edu.co Internet Source	<1 %
12	ns.mideplan.go.cr Internet Source	<1 %
13	Submitted to Universidad de Manizales Student Paper	<1 %

Exclude quotes

Off

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

Off

Biofiltros2

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/100

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7
