

2019-10-01

Proyectos de Ingeniería Ambiental y Sanitaria: una visión al impacto social

Nelsy María Dussan Cárdenas

Universidad de La Salle, Bogotá, ndussan59@unisalle.edu.co

Ronald Alexis Prada Ardila

Universidad de La Salle, Bogotá, rprada63@unisalle.edu.co

Camilo Andrés Vargas Terranova

Universidad de La Salle, Bogotá, cvterranova@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

Citación recomendada

Dussan Cárdenas, N. M., R.A. Prada Ardila, y C.A. Vargas Terranova (2019). Proyectos de Ingeniería Ambiental y Sanitaria: una visión al impacto social. Revista de la Universidad de La Salle, (82), 135-154.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de la Universidad de La Salle by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Proyectos de Ingeniería Ambiental y Sanitaria:

una visión al impacto social



Nelsy María Dussan Cárdenas*

Ronald Alexis Prada Ardila**

Camilo Andrés Vargas Terranova***

■ Resumen

El presente artículo sintetiza los trabajos de extensión ejecutados por estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de La Salle durante el año 2018, en el marco del espacio académico Taller de Servicio Municipal. En este, los participantes aplican las competencias adquiridas a lo largo de su ciclo académico, con el fin de solucionar problemáticas ambientales y sanitarias con las comunidades; además, se promueve el vínculo entre ellos y estas, lo cual hace que todos los actores involucrados (universidad-estudiantes-comunidad) resulten beneficiados.

* Egresada no graduada del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de La Salle (Bogotá, D. C.). Correo electrónico: ndussan59@unisalle.edu.co

** Egresado no graduado del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de La Salle (Bogotá, D. C.). Correo electrónico: rprada63@unisalle.edu.co

*** Magíster en Geología Ambiental y Recursos Geológicos de la Universidad Complutense de Madrid (España) e ingeniero ambiental y sanitario de la Universidad de La Salle (Bogotá, D. C.). Correo electrónico: cvterranova@unisalle.edu.co

Los proyectos se desarrollaron en diferentes municipios de Colombia, con las comunidades como base y estructura. Si bien estos tuvieron una incidencia socioambiental alta, el conocimiento se quedó limitado en el lugar donde se ejecutaron, debido a que su registro no fue adecuado. Por lo tanto, surgió la necesidad de difundirlos por medio de este documento, el cual se encuentra segmentado en función de los enfoques de los proyectos: aire, suelo, residuos sólidos, agua y planes de saneamiento y gestión ambiental. Para finalizar, el artículo expone conclusiones que describen el impacto de los trabajos y su incidencia en todos los actores.

Palabras clave: comunidad, ingeniería ambiental y sanitaria, impacto social, problemáticas ambientales.

Introducción

Desde hace veinticinco años, el programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de La Salle forma a profesionales que participan en la implementación de diferentes proyectos de relevancia en el contexto ambiental del país. Los profesionales están en capacidad de diseñar y formular estrategias para mejorar la calidad de vida de las comunidades. En la asignatura Taller de Servicio Municipal, los estudiantes del último semestre demuestran y aplican los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para ejecutar proyectos ambientales y sanitarios con aportes comunitarios. Estos proyectos se implementan en diferentes municipios del país e involucran a la comunidad como base y estructura. De esta manera, su impacto resalta la importancia de la ingeniería ambiental y sanitaria como profesión, dado que muestra el compromiso social y la labor o participación de la comunidad.

A pesar de que poseen una incidencia socioambiental alta, los proyectos realizados en el Taller de Servicio Municipal no tienen un registro adecuado, por lo tanto, el conocimiento se queda limitado en el lugar de ejecución. Ante esto, surgió la necesidad de darlos a conocer. Así, por medio de esta revisión, se busca exponer lo que este espacio académico realiza con los conocimientos adquiridos por el ingeniero ambiental y sanitario en temas como agua potable,

residuos sólidos, planes integrales de manejo hídrico, planes de gestión ambiental, calidad del aire, entre otros, los cuales comparten un enfoque esencial: trabajar en conjunto con las poblaciones municipales, a fin de responder a la necesidad de actuar de manera comunitaria e interinstitucional frente a una problemática ambiental.

Contaminación atmosférica y odorífera

Es posible realizar estudios de la calidad del aire en el ámbito intramural, mediante la formulación de alternativas de mitigación y control en poblaciones puntuales. Por ejemplo, Beltrán, Bolaños, Fuentes y Rodríguez (2018) diagnosticaron el nivel de exposición del material particulado diez micras (PM10) dentro de la Institución Educativa La Granja del municipio de Zipaquirá (Cundinamarca). Los autores determinaron que la concentración de este contaminante superaba el máximo permitido por la norma, por lo cual se implementaron filtros de lecho de carbón activado, diseñados en función de la cantidad de material particulado para remover. Los filtros se pusieron en los sitios del colegio que presentaron la mayor concentración de PM10. Además, se instaló una barrera verde en el costado norte de la institución, con el fin de evitar la llegada de polvo desde un paso vehicular aledaño sin pavimentar.

En algunas veredas del país se lleva a cabo la extracción minera como principal actividad económica. A pesar de los reclamos de las comunidades, las empresas siguen generando emisiones en extremo tóxicas que disminuyen la calidad del aire. Este caso se vio en los proyectos realizados por Cruz, León, Samacá y Zuluaga (2018) y Valbuena, Barón, Manrique y Núñez (2018), con los que se determinó que en las veredas Canavita y Las Manas de los municipios de Tocancipá y Cajicá (Cundinamarca), respectivamente, la concentración de PM10 se encontraba fuera del límite permisible establecido en la norma por causa de esta actividad económica. Por eso, se produjeron diversas estrategias, entre las que se destaca la implementación de filtros de cuarzo; además, se analizaron los principales factores de riesgo asociados a la contaminación atmosférica y se plantearon soluciones con las comunidades para la reducción de los efectos adversos en la salud.

Otro tipo de contaminación atmosférica se da con la exposición a olores desagradables de actividades industriales y humanas, por lo general, por la presencia de moléculas volátiles, compuestos nitrogenados o azufrados vinculados al mal manejo de los residuos sólidos, lo que disminuye la calidad del aire (Almonacid, Nuncira, Gallo y Tabares 2018; Ramos, Bermúdez y Rojas, 2018). En consecuencia, se implementaron dos proyectos con planes de control y mitigación de olores, uno de ellos en el canal San Antonio, sector 1 del barrio Verbenal, Bogotá, D. C., y el segundo en los barrios Laureles y Los Puentes del municipio de Mosquera, Cundinamarca, para ayudar a estas comunidades (Silva, Trujillo y Panesso, 2018; Almonacid et al., 2018).

Contaminación del suelo

La contaminación del suelo es cada vez más extensa en el mundo. La recuperación de esta superficie constituye una prioridad, por esto, es necesario seleccionar y ejecutar los tratamientos más eficientes, eficaces y factibles desde lo económico (Fabelo, 2017). Sobre la base de esta afirmación, en las fincas La Cometa, La Mesita Beraca y La Quebrada de la vereda La Requilina (Usme, Bogotá, D. C., figura 1) se formuló y desarrolló un plan de intervención para remediar el suelo afectado por la ganadería extensiva. Con la ayuda de las comunidades de las tres fincas, se realizaron una guía y una serie de recomendaciones para el uso y manejo del suelo, a partir de la identificación de su estado y de las problemáticas causadas en las zonas por esa actividad económica.

De esta manera, se implementaron tres alternativas de intervención: la labranza mínima o continua, la enmienda y los abonos verdes. La primera fue la más viable, debido a las condiciones del suelo (Camargo, Molina, Muñoz y Ricaurte, 2018). Por otro lado, varios autores consideran que, si bien ha habido avances en la remediación de los suelos contaminados y otras tecnologías, se deben tener en cuenta precauciones en la gestión y el uso de las técnicas, puesto que no todas son útiles para los diferentes tipos de suelos (Prasad, Freitas, Fraenzle, Wuenschmann y Markert, 2010).

Otro ejemplo de proyectos en los que se intervino el suelo corresponde al ejecutado por Alvarado, Chamorro y Prada (2018), quienes diseñaron un manual de evaluación de tierras, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), dirigido a un sistema productivo de plátano hartón (*musa paradisiaca*) en el municipio Saravena (Arauca). Con este manual se pretendió que la comunidad comprendiera el uso y manejo apropiado de los suelos teniendo en cuenta su aptitud, la cual corresponde a la forma más significativa para su conservación. Si esta no se tiene presente, se dan procesos de degradación que ocasionan no solo pérdida de la capacidad productiva, sino también impactos ambientales, sociales y económicos negativos.

Algunos autores han realizado manuales de descripción de sistemas productivos y han demostrado que los factores económicos y la ausencia de buenas prácticas contribuyen al deterioro de los suelos (Garzón, Vallejo, Vacca, Piracoca y Bravo, 2018). La producción más limpia busca disminuir de manera periódica la generación de contaminantes en cada etapa del ciclo de vida del cultivo, con el fin de incrementar la eficiencia y reducir los riesgos sobre la salud de la comunidad y el medio ambiente.

Así, se propone el uso de diferentes herramientas, como el balance de masa, el balance hídrico, la identificación y evaluación de puntos críticos, aspectos e impactos ambientales, para obtener alternativas de producción más limpia y agrosostenible (Rodríguez, Díaz, Perea y Baldión, 2018).



Figura 1. Los estudiantes y los miembros de la comunidad participaron en la remediación del suelo afectado por la ganadería extensiva en la finca La Cometa de la vereda La Requilina (Usme, Bogotá, D. C.)

Fuente: los autores.

Residuos sólidos

En la actualidad, existen diversas técnicas de aprovechamiento de los residuos para reincorporarlos al ciclo económico y productivo por medio de la reutilización, el reciclaje, el compostaje, la lombricultura o cualquier otro manejo, lo que conlleva beneficios sanitarios, ambientales, sociales o económicos (Aguirre, 2018). Además, hay actividades que tienen como base una evaluación ambiental, con el fin de prevenir, mitigar, controlar o corregir las problemáticas, por ejemplo, la estación de clasificación y aprovechamiento (ECA) que

se construyó en la finca Alto de la Cruz, la cual mejoró el aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio de Cádiz (Cundinamarca, figura 2) (Gutiérrez, Palacios, Vigoya y Rico, 2018).

Por otra parte, tras diversas investigaciones, se han implementado plantas de compostaje como alternativas de control y manejo de los residuos orgánicos. Abadía, Ramos, Suárez y Triana (2018) desarrollaron un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en el municipio de Cogua (Cundinamarca) para suplir las necesidades de 63 habitantes de la vereda Rodamontal. Ellos generaron un proceso de producción de abono orgánico que benefició el suelo y los cultivos. En este participó la comunidad residente en el área de influencia directa, lo cual fue importante para el desarrollo del proyecto. Las proyecciones hasta el año 2028 muestran que se puede realizar un aprovechamiento del 30% de los residuos, lo que hace viable la alternativa; pero esta debe ser aceptada y adoptada por los habitantes del municipio para alcanzar los beneficios, proceso que se da a largo plazo.



Figura 2. Estación de clasificación y aprovechamiento construida en la finca Alto de la Cruz (Cádiz, Cundinamarca)

Fuente: los autores.

En los municipios de Sibaté y Nemocón (Cundinamarca) se aprovechan los residuos del casco urbano por medio de la Asociación de Recuperadores, la cual hace la recolección, el transporte y el almacenamiento de los residuos sólidos para su posterior comercialización. Por esto, en diferentes proyectos se diseñó e implementó un sistema piloto de aprovechamiento de residuos recuperables para esta organización, a fin de mejorar las condiciones de trabajo y la calidad de vida de los asociados. Este sistema abarcó el diseño, dimensionamiento, construcción y adecuación de la ECA (Arias, Leguizamón, Novoa y Torres, 2018), la representación gráfica y textual de las rutas de recolección y transporte, junto con sus características, además del diseño de esquemas de clasificación y la sistematización, con el propósito de incorporar la labor de los recuperadores ambientales (Baquero, Pinzón, González y Parra, 2018; Camacho, Gil y Malagón, 2018). En este sentido, la comunidad fue un factor determinante, dado que, sin su participación continua en la oferta de mano de obra, asistencia, atención y recepción de conocimientos, no hubiera sido posible la finalización del proyecto.

Asimismo, como alternativa se trabajó con un lecho de lombricultura por medio de un modelo aplicativo en la planta de aprovechamiento de la vereda El Chuscal del municipio de Zipacón (Cundinamarca). La implementación tuvo resultados prometedores en lo que respecta al aporte nutricional del humus líquido como acondicionador del suelo. Se encontró que las concentraciones nutricionales del lixiviado van en aumento a medida que pasa el tiempo y recirculan por el lecho de lombricultura. En consecuencia, se tomaron medidas encaminadas a incrementar su producción, debido a que los autores evidenciaron que no se había obtenido la eficiencia esperada al principio del proyecto.

Cabe mencionar que el trabajo comunitario fue fundamental, puesto que no es posible concebir la operación de una planta de aprovechamiento sin una cultura de separación en la fuente. El papel de la comunidad, la educación ambiental y la sensibilización son pilares del plan alterno de aprovechamiento de residuos sólidos. Ante esto, hay que tener en cuenta que encauzar a la población demanda un esfuerzo administrativo y, en este caso, académico, que lleva al éxito (Pacheco, Colorado, Ovalle y Oyuela, 2018).

Gestión del agua

El agua de consumo doméstico proviene de las mismas cuencas donde habita la población (Cadena, Camargo, Hosttos y Rueda, 2018; Delgado, Trujillo y Torres, 2017; Díaz, Pérez, Álvarez y Gutiérrez, 2018), por esto, es necesario involucrar a las comunidades en la toma de decisiones y en las actividades que expongan la importancia del recurso hídrico, con el fin de que comprendan su valor y ayuden a su preservación. Además, es relevante que participen en la adecuación, el mantenimiento y la optimización de plantas de tratamiento de agua.

En Cundinamarca, en las veredas Yerbabuena (Chía), El Corzo (Madrid), San Rafael (Sibaté) y Salitre Medio (Tabio), las comunidades, el fontanero y los usuarios trabajaron en la adecuación y el mantenimiento de unidades o locaciones de las plantas. Se tuvo una buena acogida por parte de la comunidad y se vieron resultados favorables en cuanto a la calidad del agua (Cepeda, Charry, Martínez y Torres, 2018; Galindo, Mora, Soriano y Sánchez, 2018; Giraldo, Arias, González e Hincapié, 2018; Riaño, Osorio, Molina y Gulo, 2018).

Por otro lado, Jiménez, Sánchez, Beltrán y Guzmán (2018) evaluaron la viabilidad de un Sistema Integral de Uso de Agua-Lluvia (SIUA) para el fomento de la agricultura urbana, basado en una tipología de Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS), con la ayuda de la comunidad del barrio La Gloria (Bogotá, D. C.). Este consistió en un tanque de almacenamiento de agua lluvia interconectado a un sistema de riego que suplía una huerta comunitaria del barrio; además, se basó en los instrumentos de planificación del recurso hídrico para determinar la sostenibilidad de la agricultura en las ciudades, donde hay poca vegetación, grandes áreas impermeabilizadas y poca producción agrícola.

La gestión del agua no solo involucra su calidad, sino también factores económicos, sociales, técnicos, políticos y ambientales, por esto, se elaboran proyectos veredales (Velandia, 2011). El aspecto social se despliega con la colaboración de las comunidades en los proyectos; como lo menciona Geilfus (2002), estas pueden ganar grados de decisión en su desarrollo e involucrarse mediante información, entrevistas, encuestas, charlas, formación de grupos de trabajo, en-

tre otros métodos, con los que se logra su participación efectiva. Esto se mejora con el uso de herramientas como los grupos focales, la cartografía social y el gráfico histórico, que permiten organizar a las personas por intereses y condiciones comunes para desarrollar un tema específico, conocer las características de los hogares y el nivel económico e identificar cambios que las han afectado, además de sus problemáticas, para dar soluciones en conjunto.

Por ejemplo, Campos, Gutiérrez y Villalba (2018) y Gámez, Castillo, Cortés y Jiménez (2018) realizaron de manera similar la optimización de las plantas de tratamiento de agua potable en las veredas Romeral y San Rafael del municipio de Sibaté, respectivamente. Allí hicieron charlas informativas y mapas cartográficos con los asistentes para determinar cómo veían distribuido su territorio (dato importante para identificar las problemáticas entorno al recurso hídrico) y abordar la colaboración de la comunidad en las adecuaciones y el mantenimiento de las áreas locativas de la planta.

Las problemáticas hídricas, como el creciente desabastecimiento, la pérdida de calidad, los factores de deterioro, entre otros (Sánchez, 1999), conllevan que las comunidades participen de modo activo en la gestión, el uso y el ahorro del recurso. Así, el trabajo comunitario en las instituciones educativas crea el ambiente ideal para discutir dichas problemáticas y sus alternativas. Por ejemplo, Pineda, Ariza y Arenas (2018), Tique, Salinas, Toro y Rodríguez (2018), Pineda, López, Tavera y Ortiz (2018), y Núñez, Puentes, Jiménez y Fonseca (2018), ejecutaron planes de gestión integral del recurso hídrico en Cundinamarca en las veredas Quebrada Blanca y Maza del municipio de Choachí (figura 3), Mortiñal del municipio de Fómez y Quisquiza del municipio de La Calera con sistemas de tratamiento con filtros.

Por otro lado, para el uso y ahorro del agua, Bohórquez, López, Monroy y Rodríguez (2018) trataron agua lluvia con un filtro de arena y carbón activado en la vereda Pueblo Viejo del municipio de Cota. De forma similar, Marín, Pineda, Sarmiento y Ramos (2018) pusieron en marcha un aireador hidráulico en la vereda de Usaba del municipio de Sibaté. En la vereda El Salitre del municipio de Tabio, Giraldo, Arias, González e Hincapié (2018) implementaron un serpentín.



Figura 3. Sistema de filtración piloto del Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico en la vereda Maza (Choachí, Cundinamarca)

Fuente: los autores.

Según Arévalo (2012), en Colombia el sector agrícola es el primero en términos de consumo. Con base en esto, en la vereda La Florida del municipio de Funza, donde se usan aguas procedentes de la cuenca oriental del río Bogotá para actividades de riego, Rivera, Castro, Arenas y Rodríguez (2018) usaron la fitorremediación para mejorar la calidad del agua empleada en los cultivos.

Plan de saneamiento y gestión ambiental

En la actualidad, Colombia tiene más de once millones de habitantes rurales; una tercera parte no cuenta con soluciones adecuadas de saneamiento básico (Carrasco, 2016). Esta situación se relaciona con casos de morbilidad y mortalidad por enfermedades como la diarrea (Ronderos, 2006). En consecuencia, es indispensable garantizar condiciones de saneamiento básico para mejorar la calidad de vida, el desarrollo económico y la sostenibilidad de los recursos naturales.

Desde la academia, se han diseñado diversos planes de saneamiento, como el del barrio Gran Britalia de la localidad de Kennedy (Bogotá, D. C.) o el de la vereda Hato Grande del municipio de Suesca (Cundinamarca). Estas estrategias optimizaron el manejo de los residuos sólidos, el control de los vectores y la sensibilización frente a las problemáticas ambientales (Cuéllar, Vargas, Vargas y Romero, 2018; Nogales, Restrepo, Sáenz y Novoa, 2018).

Asimismo, en la vereda Hondura Chingafrío del municipio El Rosal (Cundinamarca) se ejecutó un plan para la potabilización del agua, en el cual se utilizaron unidades como el desarenador, el filtro de arena lento, el sistema de desinfección y un tanque de almacenamiento, con el fin de remover partículas suspendidas, hierro, manganeso, color aparente, turbiedad y bacterias. Por otro lado, se hizo un manejo de las plagas (ratas y ratones) por medio de acciones junto con la comunidad que incluyeron varios métodos de control, como productos químicos y depredadores (Jaramillo, Guzmán, Amariles y López, 2018).

Sobre la base de lo expuesto, se entiende que definir los componentes de los planes de manejo en función de parámetros ambientales es útil para tener mayor eficiencia los sistemas de tratamiento. Por ejemplo, en la vereda El Peñón del municipio de San Francisco de Sales (Cundinamarca), Hernández, Pinzón, Bello y Cordero (2018) realizaron un análisis fisicoquímico de muestras de agua tomadas en las casas para determinar cuál sistema de filtración se adaptaba mejor.

Por otra parte, el manejo de los residuos sólidos con planes de saneamiento juega un papel primordial, puesto que define las actividades para prevenir y

mitigar los impactos generados. Melo, Pérez y Tovar (2018) brindaron una solución ambiental-económica ante el manejo inadecuado de los residuos orgánicos en el conjunto residencial La Graica del municipio de Viotá (Cundinamarca), mediante la técnica de lombricultura (figura 4).



Figura 4. Los estudiantes aplicaron una alternativa para el manejo de residuos orgánicos a partir de la lombricultura en el conjunto residencial La Graica (Viotá, Cundinamarca)

Fuente: los autores.

Para el manejo de los residuos de agroquímicos, se implementó un Centro de Acopio Primario, una solución viable desde lo económico, social y ambiental, que permitió la clasificación de los residuos y su gestión diferenciada por parte de la empresa prestadora del servicio (Álvarez, Bernal, Manrique y Salgado, 2018). En el edificio Ángel de la ciudad de Bogotá, D. C., junto con la comunidad estudiantil, se formuló y desarrolló un Plan de Gestión Ambiental, soportado en dos programas principales: Ahorro y Uso Eficiente del Agua, y Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que definió acciones destinadas a mitigar los impactos ambientales causados por las actividades ejecutadas en el edificio (Vargas, Lozano, Cuéllar y Cortés, 2018).

Conclusiones

Todos los proyectos ejecutados funcionaron en torno a una comunidad demandante de algún bien o servicio, con el fin de mejorar su calidad de vida. Por esto, las actividades y los trabajos de los estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria tuvieron un valor agregado: además de aplicar principios y competencias ingenieriles para solucionar una problemática ambiental, satisficieron necesidades primordiales enfocadas en el agua potable, la calidad del aire, el manejo de residuos, la educación ambiental, la gestión integral del medio ambiente, entre otras.

Los proyectos se convirtieron en estrategias del programa para garantizar el servicio social a las comunidades, lo que les permitió a los estudiantes tener un acercamiento a los conflictos y problemáticas que afectan al país e implementar acciones de mejoramiento, con base en la experiencia en cada municipio. Así, la ingeniería se erigió como un agente transformador de la realidad de las comunidades.

Para finalizar, es importante mencionar que la ejecución de este tipo de estrategias garantiza el mejoramiento de las condiciones medioambientales y sanitarias de las comunidades vulnerables, que son las más beneficiadas y las que, desde la práctica, tienen un mayor interés por los proyectos.

Referencias

- Abadía, D., Ramos, L., Suárez, D. y Triana, M. (2018). *Diseño de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a partir de los criterios NTC 5167, en la vereda Rodamontal ubicada en Cogua-Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Aguirre, A. (2018). *Aprovechamiento de residuos sólidos en Colombia* (trabajo de grado). Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3644>

- Almonacid, P., Nuncira, A., Gallo, L. y Tabares, J. (2018). *Plan para la Reducción del Impacto por Olores Ofensivos (PRIO) para el canal San Antonio, sector I del barrio Verbenal, Bogotá* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Alvarado, P., Chamorro, M. y Prada, L. (2018). *Manual de evaluación de tierras según la FAO para un sistema productivo de plátano hartón (musa paradisiaca) en el municipio Saravena-Arauca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Álvarez, L., Bernal, M., Manrique, D. y Salgado, O. (2018). *Plan de Gestión Ambiental en la vereda Perico, Sibaté* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Arévalo, D. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica*. [https://www.wwf.org.co/?249918/Una-mirada-a-la-agricultura-de-](https://www.wwf.org.co/?249918/Una-mirada-a-la-agricultura-de-Arias)
- Arias, A., Leguizamón, L., Novoa, D. y Torres, A. (2018). *Tecnificación de la estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos generados en el municipio de Tabio, Cundinamarca-Fase II* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Baquero, J., Pinzón, C., González, A. y Parra, J. (2018). *Plan de Gestión Integral de Residuos Aprovechables, adecuando la estación de aprovechamiento (ECA) en beneficio de los recuperadores ambientales de Nemocón* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Beltrán, J., Bolaños, A., Fuentes, D. y Rodríguez, J. (2018). *Estudio de la concentración de PM10 intramural de la Institución Educativa La Granja, Zipaquirá* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Bohórquez, J., López, J., Monroy, A. y Rodríguez, A. (2018). *Diseño e implementación del Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico en la vereda Pueblo Viejo en el municipio Cota, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Cadena, A., Camargo, J., Hosttos, H. y Rueda, L. (2018). *Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico para la quebrada Honda en la vereda Yerbabuena del municipio de Chía-Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.

- Camacho, K., Gil, M. y Malagón, T. (2018). *Diseño e implementación del Sistema Piloto de Aprovechamiento de Residuos Sólidos Recuperables para la Asociación de Recuperadores de Sibaté (ARSI)* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Camargo, L., Molina, A., Muñoz, N. y Ricaurte, E. (2018). *Formulación y desarrollo del Plan de Intervención para la Remediación de Suelo Afectado por la Ganadería Extensiva, en tres fincas de la vereda La Requilina en la localidad de Usme, Bogotá, D. C.* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Campos, D., Gutiérrez, C. y Villalba, L. (2018). *Optimización del Sistema de Tratamiento de Agua Potable en la vereda San Rafael del municipio de Sibaté, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Carrasco, W. (2016). State of the Art of Water and Rural Sanitation in Colombia. *Revista de Ingeniería*, (44), 46-53. <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/download/923/1101>
- Cepeda, D., Charry, E., Martínez, R. y Torres, Y. (2018). *Implementación del Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico en la vereda San Rafael en el municipio de Sibaté* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Cruz, C., León, C., Samacá, L. y Zuluaga, J. (2018). *Plan de Salud Ambiental con incidencia en los impactos asociados a la contaminación atmosférica en los habitantes de la vereda Canavita ubicada en el municipio de Tocancipá* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Cuéllar, D., Vargas, L., Vargas, J. y Romero, C. (2018). *Plan de Saneamiento Básico a partir de la problemática identificada en el parque Divino Niño, generando un sistema de gestión sanitaria, disminuyendo la contaminación generada en el sector* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Delgado, S., Trujillo, J. y Torres, M. (2017). Gestión del agua en comunidades rurales, caso de estudio cuenca del río Guayuriba, Meta-Colombia. *Revista Luna Azul*, 45, 59-70. <http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/index.php/english-ver>

- sion/91-coleccion-articulos-espanol/249-gestion-del-agua-en-comunidades-rurales
- Díaz, J., Pérez, G., Álvarez, M. y Gutiérrez, D. (2018). *Informe final sobre el Plan de Gestión de la microcuenca quebrada El Socorro en el municipio de Suesca, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Fabelo, J. (2017). Propuesta de metodología para la recuperación de suelos contaminados. *Centro Azúcar*, 44 (1), 53-60. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612017000100006
- Galindo, J., Mora, L., Soriano, M. y Sánchez, D. (2018). *Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico para la quebrada Piedra del Afiladero de la vereda Salitre Medio, en Tabio, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Gámez, J., Castillo, V., Cortés, A. y Jiménez, C. (2018). *Optimización de la planta de tratamiento de agua potable "Asuacuebra" ubicada en la vereda Romeral del municipio de Sibaté* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Garzón, D., Vallejo, K., Vacca, K., Piracoca, F. y Bravo, M. (2018). *Manual de descripción de un sistema productivo* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Geifus, F. (2002). *Ochenta herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Giraldo, J., Arias, L., González, H. e Hincapié, W. (2018). *Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico para la vereda El Salitre, municipio de Tabio-Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Gutiérrez, K., Palacios, L., Vigoya, L. y Rico, J. (2018). *Implementación de una PMA base para el casco urbano del municipio de Cundinamarca, con el fin de mejorar las actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.

- Hernández, L., Pinzón, J., Bello, A. y Cordero, L. (2018). *Diseño e implementación de un Plan de Manejo Ambiental en la vereda El Peñón del municipio de San Francisco de Sales-Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Jaramillo, S., Guzmán, J., Amariles, L. y López, D. (2018). *Ejecución de un plan de saneamiento básico en la vereda Hondura Chingafrío del municipio El Rosal, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Jiménez, L., Sánchez, B., Beltrán, D. y Guzmán, S. (2018). *Estudio de viabilidad de un Sistema Integral de Uso de Agua-Lluvia (SIUA) para la agricultura urbana basado en sistemas urbanos de drenaje sostenible, enmarcado en los instrumentos de planificación del recurso hídrico, caso de estudio comunidad en el barrio La Gloria* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Marín, G., Pineda, C., Sarmiento, D. y Ramos, A. (2018). *Plan de Gestión del Recurso Hídrico en la vereda de Usaba, municipio de Sibate* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Melo, K., Pérez, S. y Tovar, J. (2018). *Plan de Manejo Ambiental en el conjunto residencial La Graica, en el municipio de Viotá, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Nogales, M., Restrepo, D., Sáenz, A. y Novoa, J. (2018). *Plan de Saneamiento Básico en la vereda Hato Grande del municipio de Suesca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Núñez, S., Puentes, A., Jiménez, L. y Fonseca, C. (2018). *Implementación del Plan de Gestión Hídrica para la vereda Quisquiza, ubicada en el municipio de La Calera, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Pacheco, J., Colorado, L., Ovalle, C. y Oyuela, B. (2018). *Plan alterno de residuos sólidos para la planta de aprovechamiento de la vereda El Chuscal ubicada en el municipio de Zipacón, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Pineda, M., Ariza, L. y Arenas, B. (2018). *Plan de Gestión Integral Hídrico en la vereda Mortiñal en el municipio de Fómeque-Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.

- Pineda, M., López, J., Tavera, T. y Ortiz, J. (2018). *Implementación del esquema de gestión integral del recurso hídrico para la microcuenca quebrada Blanca, Choachí-Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Prasad, M., Freitas, H., Fraenzle, S., Wuenschmann, S. y Markert, B. (2010). *Knowledge Explosion in Phytotechnologies for Environmental Solutions*. Environmental Pollution, 18-23. <http://courses.washington.edu/cfr521g/documents/PhytoReviewPrasad2010.pdf>
- Ramos, J., Bermúdez, A. y Rojas, T. (2018). Contaminación odorífera: causas, efectos y posibles soluciones a una contaminación invisible. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 25 (1). <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2053/2364>
- Riaño, M., Osorio, K., Molina, J. y Gulo, M. (2018). *Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico de la vereda El Corzo en Madrid-Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Rivera, N., Castro, H., Arenas, J. y Rodríguez, M. (2018). *Ejecución del Plan de Gestión Hídrica de la vereda "La Florida" (unidad II del Distrito de Riego y Drenaje de La Ramada) en el municipio de Funza, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Rodríguez, O., Díaz, C., Perea, H. y Baldión, J. (2018). *Manual de identificación de alternativas de producción más limpia para el caso del cultivo de plátano hartón en el departamento de Arauca, municipio de Saravena* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Ronderos, M. (ed.). (2006). *La infancia, el agua y el saneamiento básico en los planes de desarrollo departamentales y municipales*. Procuraduría General de la Nación
- Sánchez, H. (1999). *Enfoque ambiental de los problemas del recurso hídrico*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Silva, C., Trujillo, D. y Panesso, M. (2018). *Estudio de impacto ambiental asociado a olores ofensivos en los barrios Laureles y Los Puentes del municipio de Mosquera, Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.

- Tique, A., Salinas, A., Toro, K. y Rodríguez, V. (2018). *Plan de Gestión Integral de Recurso Hídrico para la vereda de Maza-municipio de Choachí* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Valbuena, A., Barón, J., Manrique, M. y Núñez, D. (2018). *Programa para la evaluación de la calidad del aire y generación de estrategias para la reducción de los efectos adversos en la salud de la vereda Las Manas en el municipio Cajicá-Cundinamarca* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Vargas, M., Lozano, K., Cuéllar, D. y Cortés, S. (2018). *Diseño e implementación del Plan de Gestión Ambiental para el complejo empresarial del edificio Ángel ubicado en la localidad Santa Fe- Bogotá* (proyecto). Taller de Servicio Municipal, Universidad de La Salle, Bogotá, D. C., Colombia.
- Velandia, C. (2011). Claves de una gestión pública del recurso hídrico. Una revisión de bibliografía. *Gestión y Ambiente*, 14 (1), 7-22. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/25423/39260>