



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PRÁCTICA EN LA CORPORACIÓN HORIZONTE AZUL CON ÉNFASIS
“PROPUESTA DE MODELO DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL EN
OBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y**

Autor(es)

Maria Camila Marquez Gaviria

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental

Medellín, Colombia

2019



PRÁCTICA EN LA CORPORACIÓN HORIZONTE AZUL CON ÉNFASIS “PROPUESTA
DE MODELO DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL EN OBRA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO”.

Maria Camila Marquez Gaviria

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniera Sanitaria

Asesores (a)

Lina Claudia Giraldo Buitrago
Profesora Escuela Ambiental-Facultad de Ingeniería.

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2019.

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | RESUMEN..... | 1 |
| 2 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 3 | OBJETIVOS | 3 |
| 3.1 | OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| 3.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 3 |
| 4 | MARCO TEÓRICO | 3 |
| 5 | METODOLOGÍA..... | 5 |
| 5.1 | METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EIA..... | 5 |
| 5.1.1. | Visitas de reconocimiento | 5 |
| 5.1.2. | Revisión de información primaria y secundaria: | 5 |
| 5.1.3. | Cálculos de producción de residuos y generación de lixiviados y gases | 6 |
| 5.1.4. | Revisión del sistema de tratamiento de lixiviados propuesto: | 8 |
| 5.2 | METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL PGIRS DE MACEO | 8 |
| 5.3 | METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL MODELO DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL EN OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. | 8 |
| 6 | RESULTADOS Y ANÁLISIS..... | 9 |
| 6.1. | RESULTADOS DEL EIA | 9 |
| 6.1.1. | Visitas de reconocimiento | 9 |
| 6.1.2. | Revisión de información primaria y secundaria: | 13 |
| 6.1.3. | Cálculos de producción de residuos y generación de lixiviados y gases: | 13 |
| 6.1.4. | Revisión del sistema de tratamiento de lixiviados propuesto: | 15 |
| 6.2. | RESULTADOS DEL PGIRS MACEO..... | 16 |
| 6.3. | RESULTADOS PARA EL MODELO DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL EN OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. | 16 |
| 7 | CONCLUSIONES..... | 17 |
| 8 | REFERENCIAS | 19 |

PRÁCTICA EN LA CORPORACIÓN HORIZONTE AZUL CON ÉNFASIS “PROPUESTA DE MODELO DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL EN OBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO”.

RESUMEN

La Corporación Horizonte Azul es una empresa dedicada a desarrollar y asesorar proyectos ambientales y civiles, entre ellos diseño y construcción de rellenos sanitarios, diseño y construcción de redes de acueducto y alcantarillado y diseño de planes y proyectos, que nace de las necesidades actuales de gestión ambiental.

La práctica profesional en ingeniería sanitaria se desarrolló apoyando diferentes proyectos de la corporación; en primer lugar, la elaboración del estudio de impacto ambiental del relleno sanitario Vera II del municipio de Segovia, aplicando los conocimientos sobre cálculo de estimaciones y diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas.

Adicionalmente para el tema de residuos sólidos se realizó el análisis de un Plan de Gestión Integral municipal con el fin de evaluar su integralidad con lo dispuesto en la normatividad vigente, encontrando que el mismo no se ajusta a los requerimientos establecidos y requiere una actualización.

Otra de las áreas de acción de la empresa se centra en el diseño y construcción de redes de acueducto y alcantarillado, para lo cual se propuso un modelo del Plan de Gestión Socioambiental en obra, que cumpla con los requerimientos técnicos exigidos por la entidad contratante y/o la interventoría de la misma.

INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años se ha evidenciado el crecimiento en el consumo desmedido de los recursos naturales y el crecimiento no planeado de las ciudades, lo cual genera un desequilibrio entre el desarrollo económico y el medio ambiente, que se refleja en las condiciones actuales de contaminación atmosférica e hídrica, deforestación y desaparición de especies.

Bajo este panorama y con la aparición del concepto de desarrollo sostenible surgen empresas dedicadas a brindar asesoría técnica centrada en conservar el equilibrio entre

el desarrollo económico y el medio ambiente, buscando disminuir la presión sobre los recursos naturales.

La Corporación Horizonte Azul es una empresa dedicada a desarrollar y asesorar proyectos ambientales y civiles, mediante la prestación de servicios de asesoría, consultoría, construcción y mantenimiento de proyectos de obra civil, sanitaria y ambiental, con estándares de calidad, eficiencia, eficacia y efectividad (Corporación Horizonte Azul, s.f.).

Para el cumplimiento de la labor realizada por la empresa, se construyen múltiples herramientas de gestión social, ambiental y constructiva, acordes a la normatividad vigente y a las condiciones de cada zona en particular, con el fin de garantizar el impacto positivo de los proyectos en las comunidades.

Los proyectos de construcción de redes de acueducto y alcantarillado no se encuentran definidos en el decreto 2041 de 2014 como sujetos de licencia ambiental, sin embargo, los mismos generan una serie de impactos socio-ambientales que requieren de un adecuado manejo, que permita potencializar los impactos positivos y mitigar los impactos negativos generados. Lina Claudia Giraldo Buitrago

Profesora Escuela Ambiental-Facultad de Ingeniería.

Actualmente entes territoriales y el sector constructivo han propuesto guías de manejo socio-ambiental de carácter general para la construcción de obras de infraestructura, sobre las cuales se basará la propuesta de un modelo de plan específico de gestión socio-ambiental de obras de construcción de redes de acueducto y alcantarillado, que definirá los programas de manejo y de monitoreo con los soportes técnicos y de evaluación que se requieran, de manera que quede como una herramienta en Corporación Horizonte Azul para este tipo de proyectos.

El desarrollo de este modelo facilitará a los encargados de la gestión socio-ambiental en la empresa realizar de manera planificada la implementación de las medidas requeridas, las cuales se ajustan a la normatividad ambiental vigente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la práctica profesional en la Corporación Horizonte Azul, mediante el apoyo a la ejecución de actividades propias de la ingeniería como el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el relleno sanitario Vera II, el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para el municipio de Maceo Antioquia y el modelo del Plan de Gestión Socioambiental en Obra para la construcción de acueducto y alcantarillado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del relleno sanitario Vera II del municipio de Segovia-Antioquia.
- Apoyar la revisión del Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Maceo-Antioquia.
- Proponer un modelo del Plan de Gestión Socioambiental en obra para la construcción de redes de acueducto y alcantarillado de la Corporación Horizonte Azul.

MARCO TEÓRICO

La Constitución Política de Colombia de 1991 en sus artículos 79 y 80 establece el derecho que tienen los ciudadanos a gozar de un ambiente sano y el deber del estado de proteger la integridad del ambiente y prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental.

El Decreto 2041 de 2014 reglamenta los proyectos obras y actividades sujetas a licencia ambiental, en este marco, el artículo 9, numeral 13 establece que la construcción y operación de rellenos sanitarios requieren licencia ambiental, siendo competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

Previamente el Ministerio de Medio Ambiente acogió mediante la Resolución 1274 de 2006, los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la construcción y operación de rellenos sanitarios.

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento básico mediante el cual las autoridades ambientales deciden si desde el punto de vista ambiental son viables los proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental. Sus objetivos fundamentales son describir el área de influencia, identificar y valorar los impactos ambientales que generaría el proyecto o actividad, así como formular las medidas de manejo de acuerdo con la naturaleza de dichos impactos, especificando cómo prevenirlos, mitigarlos, corregirlos y compensarlos.

Por otra parte, la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de 1997 propende *“impedir o minimizar de la manera más eficiente los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan los residuos sólidos y peligrosos, y en especial minimizar la cantidad o la peligrosidad de los que llegan a los sitios de disposición final, contribuyendo a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico”*.

En este sentido, la resolución 754 de 2014 adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, los cuales actualmente se orientan en las políticas departamentales y nacionales de reducción de residuos sólidos o basura cero.

Finalmente, desde el enfoque de la labor constructiva de la empresa existen proyectos que no requieren licencia ambiental, pero si presentan afectación a los recursos, por lo tanto, con el fin de mitigarlos, se formulan planes de manejo socio-ambientales, los cuales se han originado desde la gestión propia de empresas e instituciones y serán la base para la propuesta de modelo del plan de manejo socio-ambiental en obra para la construcción de redes de acueducto y alcantarillado.

METODOLOGÍA

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EIA.

5.1.1. Visitas de reconocimiento

Para el Estudio de impacto ambiental se realizaron visitas de reconocimiento al municipio de Segovia-Antioquia, específicamente al lote objeto de estudio, en el que se pretende construir el nuevo relleno sanitario, con el fin de verificar las condiciones físicas, bióticas y abióticas del área, realizar un acercamiento social y con las autoridades municipales.

El acompañamiento para la caracterización biótica, abiótica y social, buscó conforme a los términos de referencia construir una línea base sobre ecosistemas y población asentada en el área, que pudieren verse afectados por el proyecto, y por el aprovechamiento de recursos de flora, fauna, hídricos, entre otros.

Igualmente, en el componente específico del recurso hídrico, se realizó el diagnóstico sanitario de las fuentes objeto de estudio, mediante la toma de muestras de agua cruda en fuentes superficiales y el análisis de los resultados.

5.1.2. Revisión de información primaria y secundaria:

Se realizó la revisión de documentos existentes que contenían información necesaria para realizar los cálculos establecidos en el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS 0330 de 2017, para el diseño de rellenos sanitarios.

Dentro de la información primaria y secundaria se tienen los siguientes documentos, los cuales componen la base técnica, teórica y las condiciones actuales del municipio frente al tema de residuos sólidos; y direccionan la construcción del estudio de impacto ambiental y del proyecto:

- Resolución N° 1274 del 30 de junio de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por el cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción y operación de rellenos sanitarios – RS – TER – 1 – 01.
- Metodología general para la presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.
- Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS 0330 de 2017, expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

- Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades, autor Jorge Alonso Arboleda González, de 2008.
- Informes de gestión Segovia Aseo E.S.P., como prestador del servicio público domiciliario de aseo en el municipio de Segovia, vereda Campo Alegre y corregimiento de Fraguas: Recolección, transporte, barrido y limpieza de áreas públicas, disposición final en relleno sanitario y procesos de información, sensibilización, capacitación y educación ambiental a las comunidades.
- Acuerdo municipal N° 007 del 31 de mayo de 2016 por el cual se adopta el plan de desarrollo 2016 – 2019 “UNIDOS CONSTRUIMOS FUTURO”.
- Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda, años 1993 y 2005; y proyecciones 2005 – 2020.
- Información del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM, de la estación meteorológica Otú, ubicada en el municipio de Remedios – Antioquia.
- Memorias de clase Manejo Integral de Residuos Sólidos, Facultad de Ingeniería – Universidad de Antioquia.
- Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM.
- Memoria de cálculo y propuesta de sistema de tratamiento de lixiviados para el proyecto nuevo relleno sanitario de Segovia, de la Corporación Horizonte Azul.

5.1.3. Cálculos de producción de residuos y generación de lixiviados y gases

Producción de residuos sólidos:

Inicialmente para el cálculo de producción de residuos, se realizó la proyección poblacional del municipio, la cual indicó cuanto fue el creciendo de población en el tiempo, dicha proyección se calcula teniendo en cuenta los censos poblacionales para el municipio de Segovia hechos por el DANE en los años 1993 y 2005, con estos datos y siguiendo las recomendaciones del Reglamento Técnico de Agua Potables y Saneamiento Básico, RAS 0330, se utilizaron los modelos matemáticos geométrico, exponencial y de Wappaus, adicionalmente, se tuvo en cuenta la población flotante ya que el municipio cuenta con una situación económica particular por su actividad minera, la cual atrae un alto número de personal foráneo.

Derivado del dato obtenido de población se realizó la asignación del nivel de complejidad, el cual depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con la siguiente tabla del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 0330.

Tabla 1, Asignación nivel de complejidad.

| Nivel de complejidad | Habitantes en la zona urbana | Capacidad económica de los usuarios |
|----------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Bajo | < 2500 | Baja |
| Medio | 2501 - 12500 | Baja |
| Medio – Alto | 12501 - 60000 | Media |
| Alto | > 60000 | Alta |

Dado que no se tiene un aforo y caracterización actual de residuos sólidos en el municipio, para la aproximación a la producción per-cápita, esta se estimó teniendo en cuenta los residuos recolectados durante un año y la cobertura del servicio (datos suministrados por SEGOVIA ASEO S.A. E.S.P.), y la población proyectada.

La PPC sirve de base para calcular la cantidad de residuos anuales y su volumen en m³, el cual sumado al material de cobertura y teniendo en cuenta la densidad de compactación, define el volumen total y el área requerida para su disposición, obteniendo finalmente la vida útil del relleno sanitario.

Generación de lixiviados:

El cálculo de generación de lixiviados se realizó teniendo en cuenta la información del instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales – IDEAM, de la estación meteorológica Otú, ubicada en el municipio de Remedios

– Antioquia, y la aplicación de la fórmula del balance hídrico desarrollado por W.C. Thornthwaite.

Generación de gases:

Para el cálculo de la producción de gas, se multiplicó la cantidad de residuos orgánicos esperados cada año, por el factor de producción de gases de John Pecey, el cual es un factor relacionado con la capacidad de generación de gas medido en Pies³/min-1000ton de residuos orgánicos dispuestos en un relleno sanitario, obteniendo como resultado el caudal de gas.

5.1.4. Revisión del sistema de tratamiento de lixiviados propuesto:

Teniendo en cuenta que el diseño del sistema de tratamiento ya estaba diseñado, se verificó que este diseño aun cumpliera con las características hidráulicas para el caudal de lixiviados recalculado.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL PGIRS DE MACEO

Se realizó la revisión del documento vigente del plan de gestión integral de residuos sólidos del Municipio de Maceo, con el fin de confrontarlo con las condiciones actuales del municipio y la normatividad vigente para realizar el diagnóstico del estado de avance y las falencias del mismo.

Se hizo el ajuste del documento acorde con la normatividad vigente y las políticas departamentales y nacionales de la gestión de los residuos.

METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL MODELO DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL EN OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.

Visita de reconocimiento en campo a obras activas de construcción de redes de acueducto y alcantarillado: se realizaron recorridos en áreas de construcción para la identificación de las actividades susceptibles de producir impacto, que son la base para los planes de manejo.

Revisión bibliográfica de guías de manejo socio-ambiental en obra: una vez tenida la visión de la ejecución de las obras, se analizaron los impactos y programas recomendados por las guías existentes, con el fin de seleccionar los más acordes al tipo de obra ejecutada por la empresa.

Se diseñó el modelo de plan específico de gestión socioambiental de obras de construcción de redes de acueducto y alcantarillado, programas de manejo y monitoreo y los soportes técnicos y de evaluación.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1. RESULTADOS DEL EIA

6.1.1. Visitas de reconocimiento

En la visita se realizó el recorrido por el lote donde se construirá el nuevo relleno sanitario del municipio de Segovia y áreas aledañas a este, donde se identificaron los principales componentes biótico, abiótico y social que se podrían ver afectados por la construcción y ejecución del proyecto; encontrando principalmente que se afectaría la cobertura vegetal existente, como se observa en la *foto 1*, correspondiente a vegetación secundaria en sucesión, la cual será removida.

El lote viabilizado para la construcción del relleno sanitario es una cuenca que por su forma permite la disposición de los residuos en ella, garantizando la protección del recurso hídrico aplicando medidas ingenieriles con la construcción de un Box Couvert y sobre él, el diseño del relleno sanitario.

Se identificaron dos fuentes hídricas en el área de influencia directa del proyecto las cuales serán objeto de intervención, por lo que se determinaron los puntos de aforo y caracterización, en la *foto 2* se observa la quebrada Matuna, la cual recibe como

afluente la quebrada Vera, en su paso por el predio presenta condiciones de turbidez, evidencia de actividades antrópicas aguas arriba.



Foto 1, cobertura vegetal.



Foto 2, Punto de aforo quebrada Matuna.

Por otro lado, en la visita realizada al relleno sanitario actual del municipio, se verificaron las condiciones de operación y tipo de relleno, encontrando que toda su infraestructura y funcionamiento corresponde a un relleno sanitario mecánico combinado como se observa en la foto 3, en el cual se disponen alrededor de 40 toneladas diarias de residuos.



Foto 3, Esparcimiento y compactación de los residuos por medio mecánico.

Los drenes de lixiviados y de aguas lluvias se encuentran por separado con el fin de que cuando se presenten precipitaciones el sistema de tratamiento de lixiviados no se desborde y las aguas lluvias sean descargadas directamente a la quebrada La Vera , en algunos tanques de inspección del sistema de drenaje de lixiviados se observa que las tapas de estos no son adecuadas por lo cual ingresa fácilmente agua lluvia al sistema como se observa en la *foto 4*, aumentando el caudal a tratar, el cual ingresa a un sistema de tratamiento compuesto por un sedimentador primario, seguido por un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) y por último un tanque de recirculación.



Foto 4, Drenes y tanques de inspección de lixiviados.

En cuanto al proceso de información y participación comunitaria del EIA, se promovieron distintos espacios de diálogo con las comunidades y las autoridades municipales, realizando el acercamiento con las dependencias de la administración municipal encargadas o relacionadas con el proyecto, en el cual se socializaron los aspectos técnicos y ambientales del proyecto, por otro lado, en el área de influencia directa se tuvo contacto con el grupo de recicladores que ejercen su labor en el relleno, situación que nos es adecuada por las condiciones de salud y porque los residuos pierden potencial de aprovechamiento. Se resalta que esta labor se desarrolla en condiciones poco técnicas, dado que no cuentan con elementos de protección personal ni con un espacio adecuado para el almacenamiento y aprovechamiento de los residuos, así como se muestra en la *Foto 5* y la *Foto 6*, lo ideal sería que el aprovechamiento no se

haga al final del tubo, es decir, los residuos deberían recogerse separados por los usuarios del servicio, para que posteriormente los recicladores clasifiquen y comercialicen, de manera que los residuos aprovechables no ingresen al vaso de disposición final.

Ante esta situación se tiene que en la actualidad el Municipio de Segovia adelanta la actualización del PGIRS, en el cual se deberán plantear soluciones o estrategias ante la problemática de los recicladores en el sitio de disposición final y la separación en la fuente en el área urbana.



Foto 5, Reciclador ejerciendo su labor sin ningún elemento de protección personal.



Foto 6, Espacio para el almacenamiento del material recolectado con infraestructura deficiente.

Aunque no existe población permanente en el área de influencia se encontraron personas del municipio realizando actividades de minería informal en el cauce de la quebrada Vera, esta actividad consiste en el lavado de arenas y material de mina que obtienen del descarte de las empresas mineras aledañas, con esta actividad se alteran las condiciones fisicoquímicas del agua aportando sedimentos y contaminantes como se observa en la foto 7.



Foto 7, Personas realizando minería informal en el cauce de la quebrada Vera.

6.1.2. Revisión de información primaria y secundaria:

Con la revisión de información se pudieron establecer las condiciones actuales de producción de residuos y prestación de servicio de aseo en el municipio de Segovia, encontrando como característica que no se realiza separación y aprovechamiento de residuos sólidos, aumentando la cantidad de residuos a disponer y por ende disminuyendo la vida útil del relleno sanitario, situación que ha derivado en la necesidad de la construcción de un nuevo relleno sanitario para el cual es preciso la obtención de la licencia ambiental de acuerdo a la normatividad vigente.

Por lo anterior, el estudio de impacto ambiental se desarrolló aplicando los términos de referencia, logrando un diseño de relleno sanitario que se ajusta a las condiciones del terreno, mitiga los impactos generados al ambiente y cumple la normatividad vigente.

6.1.3. Cálculos de producción de residuos y generación de lixiviados y gases:

Producción de residuos sólidos:

Para el diseño del relleno sanitario del municipio de Segovia se decide acoger las proyecciones del método geométrico, dado que éstas presentan un crecimiento apreciable que refleja las condiciones económicas y sociales del municipio, el cual se caracteriza por dinámicas de migración constante, derivadas de la

actividad minera, teniendo para el año 2019 una población en la cabecera urbana de 36.886 habitantes y una proyección a 2050 de 45.179 habitantes, lo que ubica al municipio en un nivel de complejidad Medio – Alto con una capacidad económica media.

La PPC fue estimada con la cantidad de residuos recolectados que ingresan al relleno, obteniendo un valor de 1.13 kg/hab-día, cifra que se considera muy alta en relación a su nivel de complejidad, esto puede obedecer al tipo de municipio y a sus actividades económicas (minería), se resalta de nuevo la inexistencia de información sobre caracterización de residuos generados en la fuente. El dato anteriormente obtenido fue proyectado con un crecimiento del 1% anual llegando finalmente a una PPC estimada para el año 2050 de 1.59 kg/hab - día.

En este caso la recomendación técnica, fue realizar una caracterización y aforo de residuos que permitiera obtener un valor real de la PPC para el municipio, iniciando con el análisis poblacional y definición del tamaño de la muestra, el cual debe incluir la zona urbana y rural y los estratos socioeconómicos, una vez definido el número de muestras se realiza el aforo y caracterización de los residuos, obteniendo un valor de PPC urbano y rural, cuyos porcentajes sumados arrojan el valor de la PPC municipal.

Finalmente, la producción de residuos ascendió según los cálculos realizados con la proyección de población y la PPC estimada, a 14. 961 Ton para el año 2019 y 26. 213 Ton en el año 2050, lo anterior sin considerar el cumplimiento de las metas de aprovechamiento que se fijaron en el PGIRS del municipio.

Según el libro “Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales”, para cada método de operación de rellenos sanitarios existe un valor de densidad de compactación del residuo estabilizado (DC), para el caso del relleno sanitario manual, se tiene un rango de densidad que oscila entre 400 y 500 Kg/m³ y para densidad de compactación mecánica se tienen valores que varían entre 700 y 1000

Kg/m³. Para el presente caso se asumió un valor de 750 kg/ m³, con lo que se determinó el volumen y el área necesaria para la disposición final de los residuos y la vida útil del relleno.

Generación de lixiviados:

Los residuos sólidos que se generan actualmente en el municipio tienen un contenido alto de materia orgánica fácilmente biodegradable y con un contenido alto de humedad lo que produce lixiviados con características de altos contenidos de nitrógeno y fósforo y presencia de patógenos y sustancias tóxicas como metales pesados y constituyentes orgánicos; los lixiviados se generarían a razón de 0.620 L/s aplicando la fórmula del balance hídrico desarrollado por W.C. Thornthwaite.

Generación de gases:

Si bien la generación de gases depende de múltiples factores como la cantidad de residuos sólidos orgánicos, la humedad de los mismos, la edad del relleno y la compactación obtenida, si se estima que mientras el relleno sanitario este en operación la producción de gas va a aumentar año a año, para finalmente en la etapa de clausura iniciar la disminución del caudal; en su etapa de operación el relleno sanitario produciría para el año uno 19,6 Pie³/min – 1000ton y para el año final de operación 33,3 Pie³/min – 1000ton.

6.1.4. Revisión del sistema de tratamiento de lixiviados propuesto:

De acuerdo con los resultados de los cálculos realizados se constató la correcta elección de cada una de las unidades de tratamiento, analizando los parámetros como caudal, dimensiones, área efectiva y porcentaje de remoción.

El sistema de tratamiento constaría inicialmente de un sedimentador primario el cual tiene la función de remover mediante gravedad los sólidos sedimentables que llegan al sistema, seguido por un filtro anaerobio de flujo ascendente donde

se remueve un porcentaje de la materia orgánica presente en los lixiviados por medio de organismos anaerobios, el efluente sería conducido a un humedal de flujo subsuperficial, donde se removerán metales pesados con el fin de pulir el efluente, finalmente el agua tratada puede ser vertida o recirculada; en cualquiera de los casos el efluente deberá cumplir con los límites máximos permisibles para descarga a cuerpo de agua superficial de la resolución 0631 de 2015.

6.2. RESULTADOS DEL PGIRS MACEO

Revisado el documento técnico del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Maceo se encontró que el mismo no está conforme a la resolución 0754 de 2014 que establece la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS, en cuanto a sus contenidos específicos de programas y proyectos por cada línea de prestación de servicios.

En la actualidad se desarrollan en el municipio actividades y proyectos tendientes a la gestión de los residuos y la educación ambiental, sin embargo, como dichos proyectos no se encuentran en el marco de la resolución 0754, sus resultados no apuntan a los indicadores de seguimiento evaluados por las autoridades.

En este sentido se recomendó al municipio iniciar una actualización del PGIRS que incluyera además de los contenidos específicos de programas y proyectos, la mejora en la prestación del servicio en el área rural (veredas y corregimiento), todo apuntando a la Política Nacional de Basura Cero.

6.3. RESULTADOS PARA EL MODELO DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIOAMBIENTAL EN OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.

En las visitas realizadas se pudieron identificar las dinámicas y actividades que se tienen en los frentes de trabajo de este tipo de construcciones, estableciendo las actividades susceptibles a producir impactos ambientales y sociales; las cuales pueden variar según las condiciones específicas de algunos municipios o lugares, como su topografía o el clima; la identificación y calificación de impactos ambientales es entonces el resultado de la interacción de las actividades específicas de cada proyecto con los aspectos ambientales, entendidos éstos como "acciones que, total o parcialmente, pueden

interactuar con el ambiente, modificándolo de forma benéfica o adversa" (Alcaldía de Medellín, 2013). En el anexo 2 se presenta la matriz de interacción ASPI-Aspecto Ambiental y la matriz de calificación de impactos.

La Guía de manejo Socioambiental para la construcción de obras de infraestructura pública de la Alcaldía de Medellín, categoriza los proyectos dependiendo de los impactos identificados y su calificación, en tres tipos, proyectos de impacto bajo, medio y alto, de la cual dependen las medidas de manejo a proponer, en general para este tipo de proyectos su categoría es de tipo II (medio), lo cual indica que los impactos no trascienden su área de influencia y pueden ser manejados por medio de planes, sin requerir Estudio de Impacto Ambiental ni Licencia.

Para la gestión socioambiental de la Corporación Horizonte Azul, se propusieron fichas de manejo que contienen objetivos, etapa, medio, Impactos a controlar, tipo de medida, acciones a desarrollar, indicadores, sitio de aplicación, responsable de la ejecución, personal requerido, monitoreo y seguimiento y cronograma de ejecución, como se presenta en el anexo 1 Plan de Gestión Socioambiental en Obra.

Finalmente, el modelo propuesto contiene, introducción, objetivos, características técnicas y ambientales, área de influencia directa e indirecta, gestión ambiental, gestión social, plan de manejo ambiental y social, plan de seguimiento y monitoreo y permisos ambientales.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de la práctica profesional en la Corporación Horizonte Azul, se logró realizar con éxito el apoyo a diferentes proyectos que se encontraban en ejecución, aplicando y afianzando los conocimientos en ingeniería obtenidos durante la carrera, proceso que aportó a mi crecimiento profesional y personal.

Atendiendo a los términos de referencia del EIA y el RAS 0330, se apoyó la elaboración del estudio de impacto ambiental del relleno sanitario Vera II del municipio de Segovia, en el cual se encontró técnica y ambientalmente viable la ejecución del proyecto y para lo cual se participó en la revisión de aspectos técnicos relacionados con el diseño del relleno sanitario y los sistemas de tratamiento de lixiviados.

El Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Maceo fue revisado en su totalidad confrontándolo con los términos de referencia de la resolución 754 de 2014, encontrando que el mismo no cumple con las exigencias de la norma y requiere una actualización.

La corporación horizonte azul maneja un volumen considerable de trabajo en obras de construcción, por lo cual se propuso para ayudar en la gestión ambiental un modelo de Plan de Manejo Socioambiental en Obra para la construcción de redes de acueducto y alcantarillado, basado en la guía propuesta por la alcaldía de Medellín, que articula la identificación y medidas de manejo de los impactos más relevantes.

REFERENCIAS

Alcaldía de Medellín. (2013). *Guía de manejo socioambiental para la construcción de obras de infraestructura pública*. Medellín: Alcaldía de Medellín.

Corporación Horizonte Azul. (s.f.). *Corporación Horizonte Azul*. Obtenido de <https://horizonteazul.com.co/>

G., J. A. (2008). *Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín-Colombia: orge A. Arboleda G.

Ministerio de Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. (2006). *Terminos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de rellenos sanitarios - RS - TER - 1 - 01*. Medellín.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales*. Medellín.

Ministerio de Vivienda , Ciudad y Territorio. (2017). *0330*. Medellín.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de Plan de Gestión Socioambiental

Anexo 2. Matriz calificación de impactos