

VILLAVICENCIO-META-COLOMBIA

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

**DIAGNOSTICAR EL ESTADO ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS
SOLIDOS ORDINARIOS EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO META, EN EL
COMPONENTE DE DISPOSICION FINAL**

Para acceder al título de

INGENIERO AGROFORESTAL

Presenta

HUGO ARISTARCO MARTINEZ VEGA

Villavicencio 2014

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos más sinceros, quiero expresarlos primero que todo a nuestro Dios todopoderoso quien ha guiado, orientado y permitido que se lleve a feliz término, este proceso de preparación y capacitación para la vida profesional, a un luchador incansable.

En segundo plano, este trabajo es motivo de orgullo y superación personal, por esto quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a un gran gestor de este proyecto de vida, Ingeniero Carlos Alberto Vega Guerrero; quien desde un comienzo creyó en mí y en mis capacidades y fue impulsor para que se diera inicio a esta preparación.

A mis hijos Víctor Hugo y Daniela quienes tuvieron que soportar mi ausencia en muchas oportunidades, por estar dedicado por un lado al trabajo y por el otro, al estudio. Ellos han sido fuertes y tolerantes porque en muchas ocasiones, permitieron que el tiempo para nosotros, lo utilizara en la realización de trabajos académicos. Para ellos va mi dedicatoria especial.

SINTESIS

Se diagnosticó el manejo actual de los residuos sólidos ordinarios en la ciudad de Villavicencio, departamento del Meta-Colombia; determinando el tipo de manejo que se tiene adoptado.

El tema de los residuos sólidos (para este caso, solo se hace referencia a ordinarios) es un problema que nos involucra a todos teniendo en cuenta que somos nosotros quienes en medio de nuestras actividades diarias y rutinarias, producimos esos desechos, objeto de estudio de manejo en la ciudad antes mencionada.

Se determinó el grado de eficiencia del sitio para tal fin, su proceso constructivo se comparó con lo establecido en la normatividad para determinar su cumplimiento con la misma; de igual manera se hizo seguimiento a los controles ambientales a que son objeto de cumplimiento estos lugares, dada la alta complejidad en que son clasificados.

De igual manera se corroboró su proyección de vida útil, teniendo en cuenta que estos proyectos, la ley establece que deben ser a largo plazo y además porque allí se están disponiendo residuos sólidos de otros municipios, de manera permanente.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1.....	7
1.1 Introducción.....	7
1.2 Antecedentes.....	9
1.3 Justificación.....	11
CAPITULO 2.....	15
2.1 Marco teórico.....	15
2.2 Marco normativo.....	17
CAPITULO 3.....	19
3.1 Objetivos.....	19
CAPITULO 4.....	21
4.1 Resultados y Discusión.....	21
4.1.2 Residuos Sólidos.....	22
4.1.3 Servicio Público de aseo.....	24
4.1.4 Manejo de residuos sólidos en Villavicencio.....	26
4.1.5 Construcción celda de disposición final de residuos.....	35
4.1.6 Operación de un relleno sanitario.....	46
6.1 Conclusiones.....	73
6.2 Aporte Personal.....	76
5.3 Anexos.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proyección PGIRS población y residuos Villavicencio	24
Tabla 2. Residuos proyectados-Residuos dispuestos Villavicencio	29
Tabla 3. Residuos proyectados-Residuos promedio dispuestos con otros municipios.....	30
Tabla 4. Detalle de restricciones normatividad-Ubicación relleno sanitario PER	31
Tabla 5. Parámetros legales-Ubicación relleno sanitario PER, según Decreto 838 de 2005....	34
Tabla 6. Relación normas generales para las vías de acceso según el RAS 2 000 título F.	38
Tabla 7. Normas para la impermeabilización	40
Tabla 8. Parámetros sistemas de drenaje	41
Tabla 9. Obras complementarias normativas.....	45
Tabla 10. Requisitos operativos normativos.....	48
Tabla 11. Requisitos normativos cobertura temporal	51
Tabla 12. Parámetros de ley para controles ambientales	54
Tabla 13. Resultados monitoreo de aguas subterráneas julio de 2014	58
Tabla 14. Parámetros de ley monitoreo de aguas superficiales-Julio de 2013	60
Tabla 15. Resultado monitoreo aire octubre de 2013	61
Tabla 16. Resultado monitoreo de presión sonora 2013.....	63
Tabla 17. Resultados último monitoreo de lixiviados	69
Tabla 188. Histórico residuos. Dispuestos-recuperados (toneladas)	77

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema general del proyecto	28
Ilustración 2. Comparativo proyección mensual de residuos	29
Ilustración 3. Nivel freático celda en construcción.....	32
Ilustración 4. Localización relleno sanitario de Villavicencio	33
Ilustración 5. Construcción de diques en arcilla, para una celda.....	36
Ilustración 6. Ilustración Celda e Intercelda	37
Ilustración 7. Proceso de impermeabilización	39
Ilustración 8. Sistema de drenaje de lixiviados y gases.....	42
Ilustración 9. Detalle canales perimetrales diseño por EIA (izq.) y lo que se construye (centro y der.).....	43
Ilustración 10. Detalle construcción vía interna y alumbrado de la vía interna (izq.) y báscula en la entrada al relleno sanitario PER.....	46
Ilustración 11. Cobertura temporal y definitiva.....	51
Ilustración 122. Puntos para monitoreo de aguas subterráneas	59
Ilustración 133. Tratamiento preliminar planta de lixiviados.....	65
Ilustración 144. Tratamiento primario de lixiviados	66
Ilustración 155. Segunda fase tratamiento de lixiviados-Reactores	68
Ilustración 166. Tabla resumen capacidad relleno sanitario PER	70
Ilustración 177. Comportamiento vida útil del relleno sanitario PER.....	71
Ilustración 188. Datos indicador vida útil.....	72

CAPITULO 1

1.1 Introducción

Colombia es un país que está formado por 32 departamentos y éstos a su vez están divididos en 1 122 municipios^a. El estado regula, vigila y mantiene actualizada, la información relacionada con los servicios públicos a través del Sistema Único de Información (en adelante SUI), ente de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD); donde incluye el servicio de aseo, objeto de estudio en uno de sus componentes, del presente trabajo de grado^b.

Un informe del Servicio Único de información SUI al año 2.011, indica que del total de municipios que existen en el país, 1 098 disponen diariamente un total de 25 537^c toneladas en rellenos sanitarios previamente establecidos y avalados por las autoridades ambientales. Si se tiene en cuenta que la producción per cápita de residuos por persona, se encuentra alrededor de 0,790^d kg/día de residuos; y el país cuenta con una proyección promedio de población al año

^a DANE-Tabla de información estadística División político administrativa de Colombia “Divipola 2012”.

^b Ley 689 de 2001; ley 732 de 2002.

^c SUI-Informe Situación de la disposición final de los residuos sólidos en Colombia-Diagnóstico 2011-pág. 7.

^d Documento RAS 2000 título F-Tabla F.1.2-pág. F.17

2010, de 45 508 205^e millones de habitantes, se puede concluir que el promedio diario de producción de residuos esta alrededor de las 35 951 ton/día.

En el departamento del Meta solo existen tres rellenos sanitarios, dos de ellos se encuentran en el rango de relleno sanitarios regionales, dado que éstos sitios prestan el servicio de disposición final de residuos a otros municipios aledaños tal y como lo contempla el Decreto 838 de 2005. En el municipio de Granada, en el municipio de acacias y el del municipio de Villavicencio. Éste último recibe los residuos de catorce municipios^f más; nueve del departamento del Meta; cuatro del departamento de Cundinamarca y uno del Casanare.

Villavicencio es un municipio con una población promedio de 463 121^g habitantes, proyectados para el año 2 013, por el Departamento Nacional de Estadísticas DANE.

La ciudad a Diciembre de 2013, reporta una producción promedio diaria de 433 ton/día; es decir que se evidencia una producción diaria de 0,935 kg/día/hab. Resultado demasiado cercano a la producción per cápita del RAS 2000 título F, en el nivel de complejidad medio alto.

No se conoce un diagnostico real sobre el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Villavicencio; sin embargo hay evidencias sobre las visitas continuas al relleno sanitario de esta ciudad, por parte de estudiantes de distintas entidades educativas, con el propósito de conocer al detalle y en el sitio, el manejo de los residuos en este lugar. Esto puede

^e DANE-2010; Proyecciones nacionales y departamentales de población 2005-2020. Pág. 50.

^f Fuente formato interno de BioAgrícola BIO-F-08-58 Disposición final de residuos Diciembre de 2013

^g DANE-Información estadística-Estimación de población 1985-2020

indicar que el relleno sanitario es un lugar técnicamente apto para disponer residuos sólidos, razón por la cual surge el objetivo general y los específicos, para adelantar esta propuesta de evaluación.

1.2 Antecedentes

Los residuos sólidos se han convertido en un verdadero problema para las sociedades y más para países en vía de desarrollo; la producción de desechos cada día es una amenaza contra una buena convivencia, teniendo en cuenta que el manejo de estos materiales, aún se encuentra a mitad de desarrollo tecnológico por el nivel económico del país. Adicionalmente, los proyectos de recuperación de material reutilizable en los municipios, son poco eficientes y no cumplen su propósito fundamental, por lo que resultan ser más que una ayuda, un gasto más en materia de presupuesto y aporte al problema de las basuras domiciliarias.

Actualmente existen muchos lugares en la geografía Colombiana, con programas de manejo de residuos sólidos, por fuera de lo que establece la normatividad; los llamados botaderos a cielo abierto. Este mecanismo de manejo de residuos sólidos es sin duda un problema preocupante, teniendo en cuenta el impacto ambiental que genera estos sitios. No se conoce en detalle, un informe por ninguna entidad que dé a conocer a la opinión pública, la situación real sobre el manejo de las basuras en la ciudad de Villavicencio. Algunos apartes contextuales incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental del relleno sanitario de esta ciudad, mencionan brevemente el cambio radical sobre la disposición de residuos sólidos en el municipio de Villavicencio, cuando

éste servicio fue cedido por parte del municipio a una entidad de categoría mixta, la empresa del servicio público de aseo, BioAgrícola del Llano SA ESP.

Con este cambio, el más beneficiado resulto ser el rio Guatiquia por cuanto era, allí el sitio de disposición final de los residuos sólidos que produjeron los Villavicenses hasta esa época, antes de nacer la sociedad anónima que actualmente presta este servicio en la ciudad. Con la entrada en funcionamiento de la empresa de aseo en mención, el séptimo componente del servicio de aseo, evoluciona considerablemente, pasando de depositar los residuos en el lecho de un rio, es decir que no había manejo de disposición final de residuos sólidos ordinarios, a un sistema de manejo basado en el cumplimiento de la normatividad vigente para tal fin.

En el año 2005, con un total de 44 128 toneladas dispuestas en el primer semestre, y un promedio de disposición mensual de 7 355 toneladas/mes^h; la empresa BioAgrícola del llano es meritoria de un galardón en el componente de disposición final de residuos, que cataloga al relleno sanitario Don Juanito, modelo de relleno sanitario a nivel nacional. El reconocimiento es otorgado por la Ministra de ambiente de ese entonces, Doctora Sandra Suarez Pérez el cinco de julio de 2 005, el evento es realizado en las instalaciones del relleno sanitario en mención; lo que da a entender que el manejo de las basuras evolucionó considerablemente, al punto de convertirse en guía nacional. Luego de este reconocimiento, la empresa inicia una operación y

^h Formato interno de BioAgrícola del Llano SA, BIO-F.08-58 “Operación de disposición final de residuos” Ver 03 del 25/02/2004.

disposición final de residuos, basados en el mejoramiento continuo del proceso, conservando el mérito como uno de los mejores a nivel nacional.

1.3 Justificación

El objetivo general de este proyecto de evaluación está relacionado con la identificación de la situación actual del manejo de las basuras en la ciudad de Villavicencio, teniendo en cuenta la normatividad existente, adoptada por el gobierno nacional y local, con el fin de evidenciar y generar aportes a la solución de los mismos; los grandes impactos ambientales que generan estos desechos, cuando se les da un manejo inadecuado y como ha sido su tratamiento.

Con el tiempo este fenómeno se ha convertido en un problema ambiental y social de amplia repercusión negativa, contaminando desde las aguas de los ríos y riachuelos, hasta el aire y el suelo; y cada vez se hace más notorio este flagelo dado que en la medida que el desarrollo económico avanza en busca de facilitar las cosas a las comunidades, los efectos colaterales se reflejan en los desechos que se producen y que van a parar a los botaderos a cielo abierto o enterramientos de basuras sin ningún tipo de precaución.

Con la nueva constitución adoptada en 1991, el enfoque de las leyes y principios plasmados en ese documento, tomaron un rumbo distinto, sorpresivo para muchos; pero direccionados hacia una sola idea: proteger el medio ambiente como principio fundamental para las próximas décadas. Los efectos de los encuentros internacionales como el Protocolo de Kioto, Agenda 21 y otros, oficiados por las naciones unidas, tuvieron repercusiones positivas en los líderes

políticos y coincidieron en la preservación del medio ambiente. Tan así es que dentro de la constitución se incluyeron un total de 40 artículos relacionados con la preservación del medio ambiente; aunque paso mucho tiempo en la toma de decisiones decisivas sobre las basuras, finalmente en el año 2003 el Ministerio de Medio ambiente tomo la decisión final de acabar con los botaderos a cielo abierto y reglamento la técnica de relleno sanitario como alternativa de manejo de residuos en todo el territorio nacional

Desde el año 1995 cuando el servicio público de aseo en la ciudad de Villavicencio, era prestado por el gobierno municipal y que los desechos eran arrojados al lecho del rio Guatiquia; dieciocho años después es válido realizar un estudio que evidencia la situación actual del manejo de los residuos sólidos de la ciudad. Este fenómeno día a tras día ha tomado fuerza y se ha convertido en uno de los problemas ambientales de alto impacto; el método de disposición final de residuos sólidos bajo la técnica de relleno sanitario, es una alternativa razonable y aceptada por la legislación del país. El punto de partida de este trabajo es evidenciar el manejo que se le está dando a los desechos de origen local y regional, en el relleno sanitario parque Ecológico Reciclante PER; es importante determinar mediante el seguimiento al proceso, si existen fallas o contracciones, frente a lo que establece la ley al respecto. Cualquier falla o incumplimiento en el proceso puede generar consecuencias negativas legales, ambientales y sociales, teniendo en cuenta que se estaría violando toda la normatividad aplicada. En este caso se pretende realizar un estado de arte, con el propósito de evidenciar como es el manejo actual de los residuos sólidos en este lugar. Como se mencionó anteriormente sobre un reconocimiento obtenido por el adecuado manejo de los residuos sólidos ordinarios en este lugar, es bueno indagar sobre la situación actual de este componente del servicio de aseo; si aún conserva esa esencia de lo

correcto; si ha mejorado o por el contrario decayó por alguna razón. Entre otras cosas, se quiere evidenciar el buen o mal manejo de los residuos sólidos, sin dejar pasar por alto, detalles normativos. Además, se conoce que es alto el porcentaje de residuos sólidos que vienen de otros lugares al relleno sanitario de Villavicencio; que a este relleno sanitario llegan los residuos de municipios cercanos y otros no cercanos, razón por la cual nace la necesidad de indagar al respecto sobre el lugar donde se están depositando estos desechos.

Con este estudio se pretende determinar en el componente de disposición final de residuos sólidos domiciliarios, qué tipo de relleno sanitario es el que opera la empresa prestadora del servicio, si cumple con los parámetros de ley; que vida útil tiene relacionando lo proyectado frente a lo que se ha ejecutado; si su operación cumple con lo reglamentado en el Decreto 838 de 2005; si los controles ambientales son eficaces; en caso contrario evidenciar si los correctivos adoptados (si los ha habido) cumplen las expectativas a nivel ambiental y normativo.

Desde el ámbito ambiental, se hace necesario investigar en uno de los aspectos que más problemas puede generar a los ecosistemas, dado los altos impactos ambientales que genera el mal manejo de los residuos sólidos ordinarios. Cada día son más precarias las condiciones en que están los suelos, las aguas, la flora en general y la fauna. Las fuentes hídricas para uso potable son cada vez menos aptas por sus características y propiedades. El alto consumismo de los países y el inadecuado manejo a los recursos naturales, agotan las ofertas naturales del planeta. Así las cosas, se debe tener sentido de pertenencia hacia el bien ser y el buen tener para brindarle a las futuras sociedades, un lugar adecuado para vivir, libre de contaminantes, con criterios de tolerancia y oportunidades donde se sienta la alegría de vivir en paz.

De otra forma se pretende generar conocimiento hasta el momento desconocido por la sociedad, que es uno de los principios que todo miembro de una sociedad civil en medio de su preparación educativa, debe generar. No hay mayor satisfacción para un alumno, el hecho de dejar plasmado un pilar de conocimiento para trasmitirle a una sociedad, la realidad actual de su entorno. Y que a partir de estos saberes, tenga la autonomía para contribuir en la solución de un problema, o ser tolerante al caso y no hacer nada al respecto, dejando que se derrumbe el planeta sin hacer nada por él.

CAPITULO 2

2.1 Marco teórico

El departamento del Meta cuenta con un total de 29 municipios de los cuales solo 3 de ellos cuentan con un manejo de residuos sólidos reglamentado, con licencia ambiental de funcionamiento, expedida por la autoridad ambiental competente: el relleno sanitario La Guaratara de Granada, la planta de tratamiento de residuos sólidos de Acacias y el relleno sanitario Parque Ecológico Reciclante de Villavicencioⁱ. Con la aparición de la Resolución 1390 de 2005, año en que se cumple el plazo para la abolición de los botaderos a cielo abierto en todo el territorio nacional, aún existen algunos municipios que no tienen definido un PGIRS con alternativas de manejo integral de residuos sólidos ordinarios. Por un lado no cuentan con una situación solvente para asignar recursos necesarios. Adicionalmente es poco el personal calificado disponible, con la experiencia necesaria para la ejecución de proyectos de esta magnitud, ya que la técnica es compleja, la reglamentación y guías normativas no dan un esquema específico; sumado a lo anterior la literatura existente es generalizada sobre la construcción y operación; Se requiere de amplio conocimiento en el campo y experiencia sobre

ⁱ Documento pdf “Situación de la disposición final de residuos sólidos-Diagnóstico 2010”. Carolina Guerrero

sobre manejo de residuos sólidos ordinarios bajo la técnica de relleno sanitario.

La producción de basuras por el hombre ha venido atado a su sistema de vida desde sus comienzos; solo que antes de la revolución industrial, los desechos en su mayoría eran incluidos en el ciclo productivo propio de la naturaleza y convertidos en materia orgánica para el suelo, por microorganismos descomponedores; es decir, no era representativa ni significativa la contaminación. Con la llegada del desarrollo industrial se marcó con ello, el problema de las basuras al grado que hoy día, se encuentra; son un verdadero problema ambiental irrefutable, que donde no se controle a tiempo y se le dé un manejo adecuado, se acelerarán cada día más, los fenómenos climáticos que deterioran de manera desmesurada nuestro planeta y el exterminio de los recursos naturales existentes.

Siete (7) años después, es decir al año 2011, en Colombia del total de municipios del país, o sea de 1 102 que a ese año había previamente reconocidos, 764 ya cuentan con relleno sanitario. Adicionalmente, existen 308 rellenos sanitarios que reciben los residuos de otros municipios; de éstos, 90 son celdas transitorias (celdas para disponer residuos temporalmente) donde se dispone el 3% de la producción de residuos sólidos del país^j.

Ciudades como Cali a partir del año 2008, se propusieron eliminar el basurero a cielo abierto, sitio donde albergó sus residuos por 34 años, y da inicio a un proyecto relleno sanitario con proyección de vida útil a 20 años. Bogotá cuenta con el relleno sanitario Doña Juana, con más de 20 años de operación continua; su historia ha estado marcada por su mal funcionamiento.

^j SSPD- Informe-Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia. Diagnóstico 2011

Durante su funcionamiento, presentó serios problemas ambientales como la proliferación de, vectores, presencia de malos olores, debido a la exposición de basuras que no fueron cubiertas a tiempo, volúmenes de lixiviados sin tratar y fuera de control, e inclusive deslizamiento de los desechos depositados, además de hundimientos y agrietamientos^k.

A nivel departamental, el Meta cuenta con veintinueve (29) municipios de los cuales, tres de ellos cuenta con relleno sanitario con licencia ambiental para su funcionamiento. El propósito de este trabajo investigativo es diagnosticar y evaluar la situación actual del manejo de los residuos sólidos ordinarios en la ciudad de Villavicencio; que tipo de relleno sanitario se tiene establecido; si es acorde a lo establecido por la normatividad; determinar su sistema operativo; evidenciar su capacidad a largo plazo; evidenciar el alcance de su proyecciones, relacionar lo proyectado con lo ejecutado; evidenciar los controles ambientales, teniendo en cuenta la normatividad.

2.2 Marco normativo

La ley 142 de 1994 que reglamenta la prestación de los servicios públicos es la matriz que da origen a la regulación y reglamentación del servicio público de aseo. Pero fue a partir del año 2000, que en Colombia se fortalece la normatividad; con la aprobación del Reglamento Técnico Del Sector Agua Potable Y Saneamiento Básico (en adelante RAS 2 000) título f, cuyo

^k Documento pdf-Revista de la facultad de Ingenieria-Doña Juana un desastre de basuras

documento macro nació con el único propósito de reglamentar el manejo de los residuos sólidos urbanos y su forma de confinamiento. Con la aprobación del Decreto 1713 de 2002 que reglamenta la prestación del servicio de aseo en todos sus componentes, se puede afirmar que a partir de estas dos normas, el manejo de los residuos sólidos en Colombia, ganan un paso hacia la conservación del medio ambiente. Dos años después de su vigencia, aparece otro documento normativo que entra a reglamentar un plan integral de Residuos sólidos ordinarios para que las regiones reestructuren los sistemas de disposición final de residuos, cambiando de metodología a relleno sanitario. La Resolución 1045 de 2005, documento que reglamenta los planes de gestión integral de residuos Sólidos o PGIRS en Colombia, se convierte en una herramienta de apoyo y respaldo al estado, sobre el manejo de las basuras, donde se garantice una buena metodología de manejo donde se aprovechen al máximo los residuos que potencialmente representan aun un valor comercial o pueden hacer parte del ciclo productivo.

A continuación se relacionan las normas que regulan la prestación del servicio público de aseo.

Ley 142 de 1994. Régimen de servicios públicos domiciliarios.

Decreto 605 de 1996. Por medio del cual se reglamenta parcialmente la Ley 142 de 1994 y se establecen prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo.

Decreto 1713 de 2002. Por medio del cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo y el Decreto 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos.

Decreto 1140 de 2003. Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002.

Decreto 1505 de 2003. Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos y se dictan otras disposiciones.

Decreto 838 de 2005. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Resolución No. 1096 de 2000. Ministerio de Desarrollo Económico, por medio de la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000.

Resolución No. 424 de 2001. Por medio de la cual se modifica las Resolución No. 1096 de 2000 que adoptó el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.

Resolución 1045 de 2003. Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS y se toman otras determinaciones.

Resolución 0477 de 2004. Por la cual se modifica la Resolución 1045 de 2003, en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS y se toman otras determinaciones.

CAPITULO 3

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo General

Diagnosticar el estado actual del manejo de los residuos sólidos ordinarios, en la ciudad de Villavicencio, en su componente de disposición final; mediante un proyecto de evaluación, determinando la técnica de relleno sanitario de acuerdo con la normatividad existente; determinar su diseño, su construcción, su operación y controles ambientales.

3.1.2 Objetivos específicos

- Evidenciar la producción actual de residuos sólidos ordinarios en la ciudad de Villavicencio y relacionar lo proyectado en el PGIRS, con lo dispuesto de manera formal, dando un análisis en base al dato estadístico.
- Determinar el tipo y calidad de relleno sanitario existente y mediante la obtención de Información pertinente, determinar si cumple o no, con los parámetros de ley, evidenciando su diseño, construcción y operación.

- Verificar el cumplimiento de los controles ambientales, establecidos por la Licencia Ambiental para el proyecto.
- Verificar la veracidad y cumplimiento de las prohibiciones y restricciones de ley, para los proyectos relleno sanitario.
- Determinar el estado de vida útil del sitio de disposición final, teniendo en cuenta los factores de diseño, toneladas a disponer, y otros parámetros establecidos en la licencia ambiental que autoriza la ejecución del proyecto.

CAPITULO 4

4.1 Resultados y Discusión

4.1.1 Información General Del Municipio

La ciudad de Villavicencio actual capital del departamento del Meta, se encuentra ubicada en el piedemonte de la cordillera oriental, entre las coordenadas 4° 09' 12'' - 4° 17' 33 latitud norte y 73° 38' 06''- 73° 43' 21 longitud oeste, a una altura de 467 msnm. Posee una temperatura promedio de 27 °C, con una mínima de 16,6 °C y una máxima de 36,8 °C. Una pluviosidad promedio de 4.300 mm/año¹, siendo mayo el mes más lluvioso y febrero el más seco.

La población aproximada de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE en su último censo realizado en el año 2005, proyectó un total de 463.093 habitantes para el año 2013. El PGIRS para el municipio de Villavicencio adoptado en ese mismo año, proyecta para el año en curso, un total de 778.808 habitantes, bajo el método geométrico; seleccionado como el más adecuado de tres opciones, según las características del

¹ PGIRS Villavicencio, páginas 14 y 16.

municipio, para ese entonces. Asimismo, el POT Villavicencio en su última actualización, estima para el año 2 012, un total de 480 138 habitantes con una tasa del 3,39 %^m.

El área urbana cuenta con un aproximado de 2.861 has, y un área de expansión de 3.346 has, en un total de 15 sectores, tres de ellos Ciudadela San Antonio, La Reliquia y Barcelona, incluidos formalmente en el acuerdo 021 de 2002, documento que modifico el POT para ese año. La ciudad está formada por 8 comunas; Incluye algunos asentamientos informales ubicados especialmente dentro de las comunas 4 y 5. A la fecha, se encuentran registrados 446 barrios, de los cuales 319 son informalesⁿ.

4.1.2 Residuos Sólidos

Definición: El Decreto 838 de 2005 incluye la siguiente definición para un residuo solido ordinario: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables.

^m Documento síntesis diagnóstica Norte plan de ordenamiento territorial 2013. Página 31

ⁿ Secretaria de planeación municipal- Documento Síntesis diagnostica POT 2013

Para efectos del presente trabajo de grado, solo se centrara en la disposición final de residuos sólidos ordinarios, bajo la técnica de relleno sanitario.

De acuerdo con el Reglamento Técnico del Sector de Agua potable y Saneamiento Básico RAS 2000 título F, la producción per cápita de residuos establece unos parámetros mínimos, máximos y un dato promedio, de acuerdo con el nivel de complejidad del proyecto. Para tales efectos, la unidad de medida adoptada es “**kg/hab/día**” (kilogramos por habitante por día).

En este sentido, la producción de residuos por habitante/día, para el nivel de alta complejidad, tiene un valor mínimo de 0.44 kg; un valor máximo de 1.10 kg; y un promedio de 0.79 kg°.

Con los datos obtenidos bajo el método geométrico en el cálculo de la población, el PGIRS para Villavicencio proyecto la producción de residuos para los siguientes 30 años, de acuerdo al promedio de habitantes y al número de suscriptores potenciales y de viviendas. Sobre este modelo la empresa de servicios públicos de la ciudad, realiza su proyección de capacidad para el relleno sanitario actual, información incluida en el **Estudio de Impacto Ambiental** (en adelante EIA) del relleno sanitario de Villavicencio Parque Ecológico Reciclante, en adelante PER.

° RAS 2000 título F, tabla F.1.2, pág. 17.

Tabla 1. Proyección PGIRS población y residuos Villavicencio

Proyecciones	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013
De población	440 664	464 453	489 525	515 951	543 804	573 160	604 101	636 712	671 084
De residuos	7 842	8 265	8 711	9 181	9 677	10 200	10 750	11 330	11 942

Fuente: PGIRS Villavicencio, cuadros 5.1 y 5.5

4.1.3 Servicio Público de aseo.

Es importante aclarar que el servicio público de aseo hace referencia a residuos sólidos ordinarios o domiciliarios. En este sentido, este servicio público de acuerdo con el Decreto 1713 de 2002 (modificado por el Decreto 838 de 2005 en lo relacionado con la disposición final) que reglamenta su prestación, hace referencia a 7 componentes así:

1. Recolección
2. Transporte
3. Barrido y limpieza de vías y áreas públicas
4. Transferencia
5. Tratamiento
6. Aprovechamiento
7. Disposición final

De esta manera y teniendo en cuenta los parámetros de ley, se da inicio a esta monografía que pretende diagnosticar el estado actual sobre el manejo de los residuos sólidos ordinarios en la ciudad de Villavicencio bajo el método de relleno sanitario, dando cumplimiento a los objetivos trazados.

En Villavicencio, la prestación del servicio público de aseo de residuos sólidos ordinarios, es prestado por la empresa BioAgrícola del Llano SA ESP, empresa de categoría mixta que presta sus servicios desde el año 1996, fecha de su creación; certificada bajo los estándares de calidad de dos normas técnicas colombianas (NTC), la ISO 9001-2008 que reglamenta la calidad en la

prestación del servicio, y la OSHAS 18000 sobre seguridad industrial y salud ocupacional. Según el esquema establecido para la prestación del servicio público de aseo, la empresa BioAgrícola del Llano SA ESP, a la fecha presta el servicio en cinco componentes solamente, de los siete que incluye el Decreto 1713 de 2002. De acuerdo con la documentación que conforma su Sistema de Gestión Integral (SGI) estos son:

1. Recolección
2. Transporte
3. Barrido y limpieza de vías y áreas públicas
4. Aprovechamiento
5. Disposición final de residuos

Centralizando el trabajo objeto de análisis, este estudio del arte se direccionara al servicio de Disposición final de residuos en la ciudad de Villavicencio.

A nivel global, el sistema aceptado y adoptado de manera formal para el confinamiento de los residuos sólidos ordinarios o domésticos, es mediante la técnica de relleno sanitario, también conocido como vertedero. Allí se deben disponer los residuos que definitivamente no representan valor alguno para incorporarlos nuevamente al ciclo productivo, mediante el proceso de reciclaje o aprovechamiento.

La normatividad en Colombia a través del RAS 2000 título F capítulo F.6., establece los parámetros constructivos para este tipo de infraestructuras civiles; contempla cuatro métodos de relleno sanitario de acuerdo con las características geotécnicas, topográficas y geohidrológicas del suelo a intervenir. Estos se clasifican así:

- Método de zanja o trinchera
- Método de área
- Método de rampa
- Método combinado

El Decreto 838 de 2005, establece que la planificación para el establecimiento de proyectos de relleno sanitario, se debe hacer teniendo en cuenta la instrumentación así:

- Planes de Gestión integral de Residuos Sólidos (PGIRS)
- Planes de Ordenamiento Territorial (POT)
- Licencia Ambiental
- Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable (RAS)
- Reglamento Operativo

4.1.4 Manejo de residuos sólidos en Villavicencio

El municipio de Villavicencio a través de la empresa del servicio público de aseo, BioAgrícola del Llano SA ESP, actualmente asume la responsabilidad en la prestación del servicio público de aseo para la ciudad y otros municipios aledaños, en cuatro de los siete componentes, que hace referencia el Decreto 1 713 de 2002; final de residuos sólidos ordinarios. Centrando el trabajo hacia el objetivo principal que es el proceso de disposición final de las basuras, éstas se tratan técnicamente bajo el método de relleno sanitario tipo área, en la zona sanitaria incluida en el Plan de Ordenamiento Territorial, en adelante POT, mediante Resolución municipal 284 de 2006. El lugar se encuentra ubicado sobre la vía a Caños Negros en el km 18, contados a partir

del Centro de Atención Inmediata CAI Catama^p. Este sitio fue declarado de utilidad pública, cumpliendo lo establecido en el Artículo 56 de la Ley 142 de 1994 en concordancia con el Artículo 3 del Decreto 838 de 2005.

Actualmente en la zona sanitaria funciona el proyecto para manejo de residuos sólidos ordinarios, de escombros, de lodos orgánicos (también cuenta con licencia ambiental para manejo de residuos peligrosos) conocido como relleno sanitario **Parque Ecológico Reciclante**, en adelante PER, que opera desde el 31 de Diciembre de 2007 con Licencia ambiental N° 2.6.07.0982 aprobada el 21 de diciembre de 2007, por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área especial La Macarena **Cormacarena**; Con una proyección de vida útil a 33 años y una capacidad de disposición final de residuos de 7.198.231^q toneladas, dependiendo de un rango de compactación de residuos de 1.2 ton/M³; el proyecto contempla la construcción de 38 celdas para disposición final de residuos, distribuidas en seis (6) zonas, de las cuales 34 de ellas serán de una hectárea; una de 0.98 has, una de 0.65 has, una de 0.62 has y una última de 0.47 has^r (Ver ilustración 1)

^p Licencia Ambiental N° 2.6.07.0982 del 21 de Diciembre de 2007

^q Estudio de impacto Ambiental para el proyecto relleno sanitario PER

^r Licencia Ambiental N° 2.6.07.0982 del 21 de diciembre de 2007.



Ilustración 1. Esquema general del proyecto

Fuente: BioAgrícola del Llano

Producción de residuos: de acuerdo con los datos obtenidos en uno de los registros internos del relleno sanitario PER, BIO-F-08-58 “Disposición final de residuos”, la producción de residuos de la ciudad de Villavicencio desde el año 2 005, ha tenido un comportamiento acorde al promedio de proyección, presentándose por debajo de las toneladas proyectadas, a excepción del último año que se fue por encima en un 10,18%, representados en 1 201 toneladas.

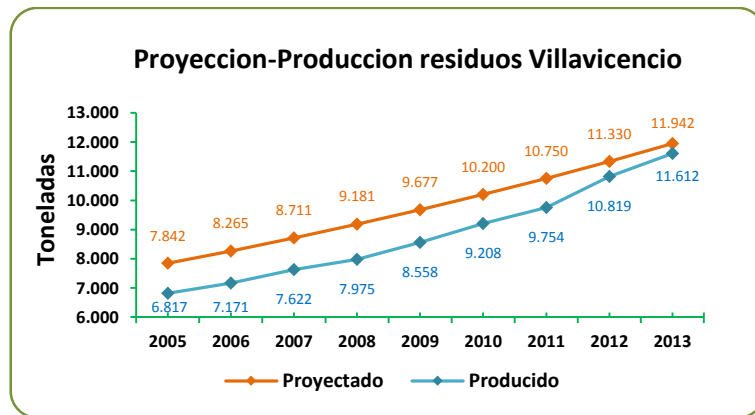


Ilustración 2. Comparativo proyección mensual de residuos

Fuente: El autor
PGRIS-residuos dispuestos relleno sanitario PER

Tabla 2. Residuos proyectados-Residuos dispuestos Villavicencio

Residuos	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013
Proyectados	7 842	8 265	8 711	9 181	9 677	10 200	10 750	11 330	11 942
Producidos	6 817	7 171	7 622	7 975	8 558	9 208	9 754	10 819	11 612
Porcentual (%)	86,9%	86,8%	87,5%	86,9%	88,4%	90,3%	90,7%	95,5%	97,24%

Fuente: PGRIS Villavicencio cuadros 5.1 y 5.5 - BioAgrícola del Llano SA ESP

Sin embargo el relleno sanitario, aparte de disponer los residuos sólidos ordinarios del municipio de Villavicencio, al mes de Diciembre del año inmediatamente anterior, recibió los desechos de otros catorce municipios adicionales, hecho que indiscutiblemente altera la proyección de capacidad del relleno sanitario PER, en el tiempo de vida útil previamente establecido en el EIA y Licencia Ambiental, tal como se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Residuos proyectados-Residuos promedio dispuestos con otros municipios

Residuos	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013
Proyectados	7 842	8 265	8 711	9 181	9 677	10 200	10 750	11 330	11 942
Con otros municipios	7 971	8 345	8 532	9 082	9 644	10 748	11 512	12 636	13 688
(%)	101,6%	101%	97,9%	98,9%	101,5%	105,4%	107,1%	111,5%	114,6%

Fuente: PGIRS Villavicencio cuadros 5.1 y 5.5 - BioAgrícola del Llano SA ESP

Los datos anteriores arrojan un promedio de disposición de residuos del 104 % en los primeros ocho años de vigencia del Plan de Gestión integral de Residuos Sólidos PGIRS para el municipio de Villavicencio. Para resaltar, se ve que a partir de los últimos cuatro años la cifra comienza con un aumento significativo y año tras año el porcentaje es superior con respecto al año anterior.

Lo anterior tiene razones trascendentales que justifican el significativo aumento; la ampliación de cobertura del servicio por parte de la empresa, debido al desarrollo urbano de la ciudad; el aumento de la población y algo muy notorio es el aumento en los municipios que están disponiendo actualmente en el relleno sanitario de Villavicencio, que por una u otra razón, las entidades ambientales regionales los condujeron a tomar esta determinación. Municipios como monterrey, Villanueva, Guamal, hacen parte de los quince municipios adicionales que están haciendo uso del servicio de disposición final de residuos en el relleno sanitario PER. (Ver anexo 5.2)

Celda de Disposición final de residuos

Disposición final de residuos corresponde al proceso de aislar y confinar los residuos especialmente los no aprovechables, en forma definitiva en lugares especialmente seleccionados

y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente^s.

Una celda es una obra de infraestructura civil previamente diseñada para disponer residuos sólidos de forma segura, bajo la técnica de relleno sanitario.

Una celda o proyecto relleno sanitario debe cumplir con ciertos parámetros constructivos que garanticen al máximo la minimización de impactos ambientales; promueva la conservación y preservación de las condiciones ambientales y sanitarias del entorno. Asimismo tiene ciertas restricciones y prohibiciones con el propósito de garantizar la seguridad del proyecto, sin que se vea afectado su entorno. Los criterios básicos de cumplimiento se relacionan en la tabla N° 4, incluidas en el RAS 2 000 título F, Decreto 838 de 2005 y Resolución 3152 de 2004 de la Aeronáutica Civil en el tema de riesgo aviar.

Tabla 4. Detalle de restricciones normatividad-Ubicación relleno sanitario PER

Restricciones y prohibiciones (RAS 2 000-Decreto 838 de 2 005)	Relleno PER
Distancia al casco urbano: 1 000M.	El proyecto se ubica a 13 600M aproximados, contados a partir de la entrada al barrio la reliquia ^t .
Distancia a aeropuertos: 3 000M. La Aeronáutica civil establece 13 000M mínimo ^u .	EL proyecto se encuentra ubicado a 20 120M aproximados del aeropuerto Vanguardia ^v .
Distancia a cuerpos de agua superficiales: 500M ^w .	Ubicado a 1 342M del rio Guatiquia y a 171M del caño la Esperanza (no es abastecedor de agua para consumo humano).

^s Decreto 838 de 2005; artículo 1 “Definiciones”

^t Distancia medida con el Odómetro de un vehículo

^u La Resolución 3152 de 2004 sobre peligro aviar, establece distancia mínima de 13 km entre aeropuertos y rellenos sanitarios.

^v Resolución N° 2.6.07 0982 de Cormacarena, la cual otorga la Licencia Ambiental para el proyecto PER.

^w Artículo 6 de Decreto 838 de 2005.

Distancia mínima de zonas de falla: 60M.

No existen zonas de fallas legalmente declaradas en la zona de influencia directa.

No construir en áreas declaradas parques naturales y otras.

El parque natural más cercano se encuentra a 29 000M y corresponde al nombre de Parque natural Chingaza.

La base de la celda de residuos debe estar mínimo a 5M del nivel freático del suelo.

Se evidencia en la construcción de una celda que el nivel freático se encuentra en verano, a 1M aproximados de la capa de residuos (ver Ilustración 3).

Fuente: el autor



Ilustración 3. Nivel freático celda en construcción

Fuente: Tomadas por el autor



Ilustración 4. Localización relleno sanitario de Villavicencio

Fuente: Google Earth

El Decreto 838 de 2005 reglamenta la selección del sitio de acuerdo con algunos parámetros mínimos que debe cumplir en cuanto a localización del sitio así:

Tabla 5. Parámetros legales-Ubicación relleno sanitario PER, según Decreto 838 de 2005.

Parámetros (Decreto 838 de 2005)	Relleno PER
Capacidad: suficiente para albergar residuos de municipios ubicados en un radio de 60km en un periodo de 30 años.	Capacidad proyectada 7 198 231 toneladas para un periodo de 33 ^x años, teniendo en cuenta la prestación del servicio a siete municipios adicionales que en su momento disponían en el relleno sanitario de Villavicencio. Actualmente El relleno PER recibe residuos de 14 municipios mas ^y
Ocupación del área: rural, urbano, sub urbana, otros.	La zona sanitaria se encuentra ubicada en zona rural en la Vereda Juan Bosco, vía a Caños Negros ^z
Accesibilidad vial: pavimentada, sin pavimentar; pendiente; distancia de la vía de acceso; N° de vías;	La vía que conduce a la zona sanitaria es pavimentada con servicio a doble carril. La zona sanitaria se encuentra pegada a la vía.
Condiciones del suelo y topografía:	Facilidad para movimientos de tierra; pendiente con pendiente entre inferior al 1 % ^{aa} . Existe licencia de explotación de material petreo, sobre el rio Guatiquia, a nombre de la empresa Inversiones Alis, adscrita al grupo empresarial del cual hace parte BioAgrícola del Llano SA ESP. El punto de explotación corresponde al área frente a la zona sanitaria, sin embargo no se está explotando aún, por cumplimiento en algunos criterios establecidos en el permiso.
Disponibilidad material de cobertura:	El EIA para el proyecto relleno sanitario de Villavicencio, evidenció un índice poblacional de 6 viviendas en el área de influencia directa y un promedio de 8 habitantes.
Densidad poblacional del área	Para el año 2012 BioAgrícola hizo un estudio de movilidad en la vía Caños negros, el cual arrojó un
Incidencia en el tráfico	

^x De acuerdo con las tablas de proyección de capacidad del relleno sanitario PER incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental EIA del proyecto, sólo se tuvieron en cuenta días hábiles.

^y BioAgrícola del Llano – BIO-F-08-58 diciembre de 2013.

^z Estudio de Impacto Ambiental para el relleno sanitario PER 2007.

^{aa} Resolución 2.6.07.0982 de Diciembre 21 de 2007 que otorga Licencia Ambiental para el PER

resultado del 2.5% de intervención vial con los vehículos BioAgrícola^{bb}.

Distancia a cuerpos hídricos (>500M)

El proyecto está ubicado a 998M del río Guatiquia en la parte más cercana (ilustración 4); y a 170M del caño Esperanza, cuerpo hídrico de aproximadamente 5M de caudal*.

Fuente: el autor

* Existe una celda catalogada como de emergencia que no hace parte del EIA del proyecto, pero que se encuentra ubicada en la zona sanitaria. Esta celda recibió los residuos del municipio de Villavicencio y otros nueve más, en un periodo comprendido entre el 8 de enero y el 30 de diciembre de 2007; se encuentra localizada a 70 M aproximados de Caño Esperanza, cuerpo de agua superficial con cauce inferior a diez metros.

4.1.5 Construcción celda de disposición final de residuos

El tipo de relleno sanitario o celda para disposición final de residuos a construir en cualquier sitio, depende de las condiciones del suelo. Su relieve y su topografía, son aspectos importantes a tener en cuenta para determinar el tipo de celda a adoptar. Para el caso del relleno sanitario de Villavicencio, cuyo método adoptado es el tipo área, éste debe utilizarse en áreas relativamente planas, donde no es factible excavar trincheras para enterrar los residuos sólidos; estas pueden depositarse directamente sobre el suelo original, en cuyo caso el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, si es posible, puede ser extraído de la capa superficial^{cc}.

^{bb} Informe Técnico realizado por el área de Disposición final de la empresa BioAgrícola del Llano, en el año 2012

^{cc} RAS 2000 título f, numeral F.6.4.1.2.

La celda se enmarca en cuatro diques de contención, en forma de trapecio (Ver ilustración 5) hecho en materiales arcillosos con alturas definidas claramente. Para su construcción, se extienden capas de arcilla de 0,30M y compactadas con equipo pesado, con un mínimo de cinco pasadas, de acuerdo con el RAS 2 000 título F; deben ser diseñados y construidos de tal forma que no generen riesgo de deslizamientos o derrumbes, para lo cual la parte externa debe ser cubierta para evitar su erodabilidad; La altura la determina el constructor, dependiendo del diseño y lo que se especifique en el EIA del proyecto. Deben contar con sistemas efectivos de evacuación de lixiviados y gases, productos generados por la descomposición aerobia y anaerobia de los residuos.



Ilustración 5. Construcción de diques en arcilla, para una celda de disposición final de residuos.

Fuente: BioAgrícola del Llano SA ESP

El RAS 2 000 título “F”, establece que las celdas deben ser diseñadas dependiendo de la estabilidad del sitio y la cantidad de residuos que puedan llegar en un día. El relleno sanitario

PER proyecta celdas de una hectárea con capacidad para disponer 102 506 toneladas^{dd}. Cada una de ellas pretende alcanzar una altura de 19 M y una altura general de 30 M, al unir las celdas con los intermedios, también llamados interceldas. La compactación de los residuos en relleno sanitarios mecanizados^{ee}, debe hacerse con equipo pesado, extendiendo capas de 0,30 M y un mínimo de cuatro pasadas, buscando alcanzar el índice de compactación deseado que para este caso, debe ser de 1,2 ton/m³. La relación de altura de los domos para un relleno sanitario de estas características, debe ser 3V:1H; o sea que por cada tres metros horizontales de llenado, se levanta uno vertical.

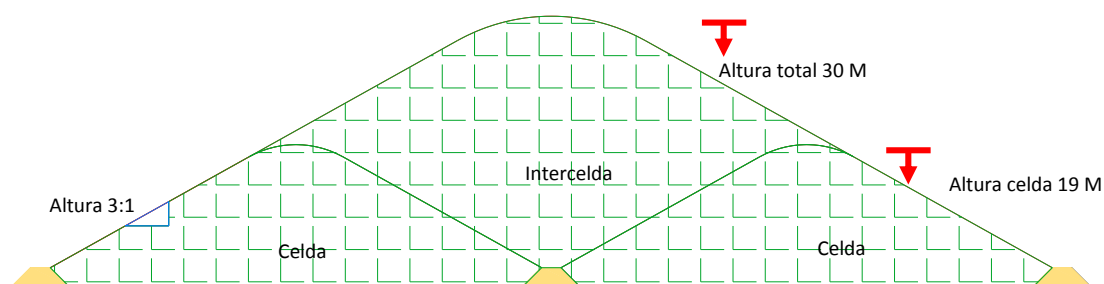


Ilustración 6. Ilustración Celda e Intercelda
Fuente: el autor

Construcción de vías. Deben existir vías internas y externas que deben cumplir un mínimo de parámetros, garantizando la circulación de vehículos en doble sentido y en todo momento.

^{dd} Cuadro de proyección de vida útil del proyecto.

^{ee} El Decreto 838 de 2005 cataloga como mecanizado a un relleno sanitario, si recibe cantidades diarias >15 ton.

Tabla 6. Relación normas generales para las vías de acceso según el RAS 2 000 título F.

Parámetros vías de acceso RAS 2 000	Relleno sanitario PER
Vías internas	
Permitir la doble circulación de vehículos	La vía interna del relleno sanitario cuenta con un ancho de 7 metros y una longitud aproximada de 2 525M ^{ff} que va desde la vía principal externa, hasta la orilla del río Guatiquia. La vía está conformada en material de río.
No presentar pendientes > 5%	Es relativamente plana; pendiente <1% de acuerdo con los datos de topografía incluidos en el EIA y la Licencia Ambiental del proyecto.
Contar con radios de giro adecuados	No existen curvas cerradas
Contar con iluminación	Existe iluminación interna por todo el margen derecho de la vía y el 75% del perímetro de la zona I.
El acceso a la celda debe ser de un solo sentido	El tramo de vía sobre la celda tiene un ancho de 4 metros aproximados y una relación de pendiente del 6%.
Vías externas	
El acceso al relleno debe ser por vía pública	La vía a la vereda Caños Negros es la ruta que conduce al relleno sanitario PER. Es pavimentada, de doble circulación
Deben ser de trazado permanente	
Garantizar el tráfico permanente	

Fuente: el autor

Sistema de impermeabilización

Debe garantizar el aislamiento de los residuos y el lixiviado, con el suelo natural. Asimismo evitar la filtración de cualquier líquido hacia el nivel freático. El suelo donde se pretenda

^{ff} Longitud tomada del plano “Localización general del Proyecto” incluido como anexo en el EIA 2007 del proyecto PER.

construir la celda, debe cumplir con una conductividad hidráulica de 1×10^{-7} cm/s., de lo contrario se deben agregar sintéticos de alta densidad para cumplir el requisito mínimo. Para el caso del relleno sanitario PER, dado que el nivel freático se encuentra a escasos 3M de profundidad en verano y a 0,8M aproximado en invierno, cuando el requisito mínimo es 5M^{gg}, sobre el suelo natural debidamente compactado, contar con una capa de geomembrana de alta densidad protegida por un geotextil no tejido, una nueva capa de arcilla de mínimo 0,30M de espesor. La tabla 7 relaciona los términos de la norma frente a lo que se evidenció en el relleno sanitario PER.



Ilustración 7. Proceso de impermeabilización

Fuente: Tomadas por el autor

^{gg} RAS 2000 título “F” numeral F.6.2.1

Tabla 7. Normas para la impermeabilización

Parámetros RAS 2 000 título F	Relleno sanitario PER
Capa de arcilla de 1 metro mínimo y una humedad de 2% a 3%	Base natural del suelo previamente compactada y humedecida con un carro cisterna, buscando el porcentaje de humedad apropiado, sin embargo, no se realiza pruebas de humedad.
Debe ser compactada con un mínimo de 5 pasadas, equipo de 1.8 ton de peso	Se compacta la base con un vibro compactador el número de veces exigido
Realizar pruebas de control de calidad en la compactación. Recomendadas prueba de proctor modificado y estándar	Se realiza prueba de compactación bajo el método de los conos de arcilla.
Instalar geomembranas de alta densidad	Se instala geotextil no tejido de 200 gr sobre la capa base del suelo; luego se instala una geomembrana de polietileno HDPE de alta densidad de 1,5 mm de espesor, unidas por termos fusión. Después se instala una segunda capa de geotextil no tejido de 200 gr protegiendo la geomembrana; sobre éste geotextil se coloca una capa de arcilla de 0,30M debidamente compactada y finalmente entre la capa de arcilla y los residuos, se instala una última capa de geotextil de 200 gr. (ver Ilustración 7).
Realizar pruebas de pegues a la geomembrana instalada, según normas técnicas.	Existen dos clases de pruebas: destructivas y no destructivas ^{hh} ; sin embargo durante el termosellado de la geomembrana, se realiza una prueba empírica y manual a los pegues, no incluida en los tipos anteriormente descritas.

Fuente: el autor

^{hh} Documento PDF-Manual de instalación de geomembranas de polietileno HDPE, CQA (Construction Quality assurance)

Sistemas de drenaje

Los sistemas de drenaje hacen referencia a las aguas lluvias, a los lixiviados y a los gases. Las primeras deben garantizar su evacuación hacia el exterior de las celdas y entregarlos a cuerpos de agua superficial, sin transportar sólidos; los lixiviados se deben recolectar para su tratamiento y posterior vertimiento. Por último los gases se deben evacuar hacia el exterior, atravesando el talud de residuos de manera vertical, de abajo hacia arriba. Si es posible, capturarlo y aprovecharlo.

Tabla 8. Parámetros sistemas de drenaje

Parámetros RAS 2 000 título F	Relleno sanitario PER
Drenaje de aguas lluvias	
Contar con canales en suelo natural o cemento, de forma trapezoidal, con pendientes para una velocidad máxima de 0,5 m/seg.	En cada celda se construyen canales perimetrales, en la corona y la base del dique. En la corona se hacen rectangulares y junto a la base, trapezoidales. Sin embargo en la última celda construida y una que se está construyendo, se están haciendo rectangulares.
Los canales temporales trapezoidales deben tener taludes con relación de altura de 3:1 y recubiertos con grava de 5 cm de tamaño.	Los canales temporales son recubiertos en geomembrana de alta densidad, para luego retirarla. Se construyen rectangulares y sin grava, con el propósito de no obstruir el caudal.
Drenaje de lixiviados	
Consta de: <i>Área recolectora:</i> Consiste en un estrato de arena de 0,30 M de espesor; debe cubrir la superficie de la celda, y debe contar con una permeabilidad mínima de 10^{-2} cms/seg.	No se construye área recolectora; cada celda contiene dos redes de filtros tipo espina de pescado de 1 x 0,5 M y longitud según dimensión de la celda. En el centro se instala un tubo PVC presión de 4” perforado cada 0,15 M, para optimizar su evacuación.

Recolectores laterales: son tubos perforados que conducen el lixiviado a los sumideros y ser evacuado de la celda.

Cada espina de pescado se prolonga hasta la parte alta del dique por la parte interna. Su función es bajar el lixiviado de los taludes de residuos, a la base de la celda.

Sumideros: Se deben ubicar en los puntos bajos del estrato, para recolectar el lixiviado.

No se construyen sumideros. Los filtros entregan el lixiviado a un tubo de polietileno de alta densidad, de 10” con una válvula, que regula la evacuación del lixiviado hacia la parte externa, hasta el sistema de alcantarillado del proyecto.

Drenaje de gases

Son sistemas de ventilación vertical en piedra o tuberías perforadas revestida en piedra.

Se construyen en gaviones de 1 x 1 y altura según diseño y altura final de la celda; en el centro se instala un tubo PVC presión o sanitario, perforado cada 0,15 M con orificios de 12 mm.

Se instalan cuatro por hectárea.

Se instalan cuatro por hectárea o celda.

Se interconectan unas con otras para mejorar la conducción; del gas hacia arriba y el lixiviado hacia abajo

Se interconectan con filtros en piedra de 1 x 0,5M con pendientes superiores al 3% para mejorar el drenaje tanto del lixiviado, como del gas, evacuando en sentidos contrarios.

Fuente: el autor



Ilustración 8. Sistema de drenaje de lixiviados y

Fuente: Tomadas por el autor

La ilustración ocho, ilustran dos tipos de sistemas de drenaje construidos en una celda para disposición final de residuos. El primero es el sistema filtro espina de pescado que conduce el lixiviado hacia la parte más baja de la celda, donde es evacuado hacia el exterior. El segundo es el sistema de evacuación de gases; parte de la base de la celda con un tubo perforado recubierto con piedra bolo de río tipo dren francés y una malla gavión para mantener la forma. Su longitud termina dos metros por fuera de la altura final de la celda.

Para el caso de los canales perimetrales de aguas lluvias, de acuerdo con el EIA del proyecto, éstos se deben construir teniendo en cuenta la sección hidráulica del canal, la cual de acuerdo con el estudio realizado y el nivel de complejidad del proyecto, éstos deben ser trapezoidales de acuerdo con lo establecido en el RAS 2 000 título F., y el diseño establecido en el capítulo II del EIA del proyecto. Sin embargo en la última celda construida y una que actualmente se construye, se modificó el diseño aumentando pendiente a las paredes, lo cual va contra lo que establece el Estudio de impacto ambiental EIA.

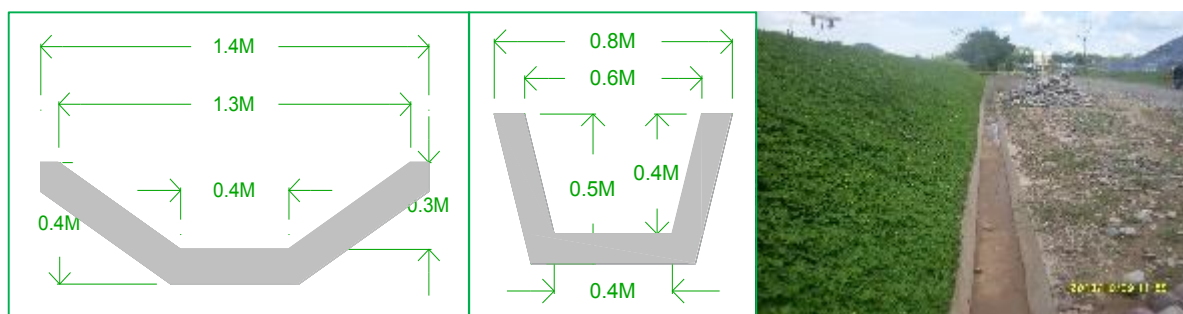


Ilustración 9. Detalle canales perimetrales diseño por EIA (izq.) y lo que se construye (centro y der.)

Fuente: el autor

La ilustración nueve, imagen izquierda es el modelo de la red de canales trapezoidales para aguas lluvias, reglamentado en el Estudio de Impacto Ambiental EIA, que regula los parámetros constructivos, materiales a utilizar y aspectos operativos del relleno sanitario. Para llegar a este tipo de canal, se tuvieron en cuenta el coeficiente de escorrentía, intensidad de precipitación del lugar, coeficiente de rugosidad del material, el diseño hidráulico tomando como referencia la ecuación de Manning y los caudales mínimos y máximos que se pueden presentar, teniendo en cuenta los datos históricos sobre el régimen de lluvias de la región.

La imagen del centro y oriental de la ilustración nueve, son el nuevo diseño de canales de aguas lluvias que se adoptó a partir del año 2013. No existe documentación alguna que justifique el cambio en el diseño de estas obras civiles reglamentadas por el EIA.

Obras complementarias.

Además como parte de las obras civiles que requiere un relleno sanitario para su operación normal, existen algunas obras complementarias establecidas en el RAS 2 000 título F, las cuales son necesarias para asegurar una operación normal en el sitio.

Tabla 9. Obras complementarias normativas

Parámetros RAS 2 000	Relleno sanitario PER
<i>Trama vial circundante:</i> debe estar iluminada con su respectiva señalización	La vía interna se encuentra con iluminación en toda su longitud.
<i>Cerco perimetral:</i> El área debe contar con cerramiento, a fin de controlar el acceso al lugar. Puede ser alambre tejido con hilos de púas.	La zona sanitaria se encuentra delimitada por cercas de alambre de púas de cuatro hilos y sobre la vía principal, se construyó un muro de tres metros de altura y aproximadamente 700M de longitud.
<i>Caseta de vigilancia:</i> debe instalarse una caseta a la entrada al relleno sanitario, para controlar el ingreso de los vehículos y los residuos a disponer.	No se evidencia una caseta para tales efectos
<i>Estación de pesaje:</i> Debe haber sistema de pesaje para los residuos, con dos básculas habilitadas y una amplia zona de espera.	Existe una báscula electromecánica, con dos plataformas de pesaje de 40 y 80 toneladas, que funciona las 24 horas del día, de lunes a sábado.
<i>Almacén y oficinas:</i> debe existir un almacén para aguardar los materiales, herramientas y equipos. Asimismo un espacio para oficinas, con instalaciones sanitarias.	Existe un almacén para herramientas, materiales y equipos; también hay tres oficinas, sanitarios y duchas.
<i>Área de emergencia:</i> para recepción de residuos cuando las condiciones climatológicas impidan el normal proceso.	No existe tal obra civil. Se argumenta que la celda puede operar en condiciones climatológicas críticas.
<i>Área de amortiguación:</i> debe existir una franja perimetral forestada con especies de amplio follaje, para reducir la salida de polvos, ruido y materiales ligeros, durante la operación.	Se evidenció una franja perimetral de 10 M de ancho sembrada con especies forestales, endémicas e introducidas.
<i>Servicios de obra:</i> deben suplirse las necesidades sobre servicios públicos.	El relleno sanitario cuenta con luz; no hay permiso de utilización de agua para las necesidades básicas.
<i>Valla publicitaria:</i> Debe contener una breve descripción del proyecto y una leyenda cívica.	En la entrada se evidencia un aviso con el nombre del proyecto y número de licencia ambiental.

Fuente: el autor



Ilustración 10. Detalle construcción vía interna y alumbrado de la vía interna (izq.) y báscula en la entrada al relleno sanitario PER.

Fuente: BioAgrícola del Llano SA ESP

4.1.6 Operación de un relleno sanitario

El Decreto 838 de 2005 junto con el numeral F 6.7.1.1 del RAS 2 000 título F, establecen una serie de normas y requisitos a seguir, para operación de un relleno sanitario. Los anteriores documentos en referencia se basan en criterios similares para reglamentar la operación de un sitio de disposición final bajo la técnica de relleno sanitario.

El artículo 8 del Decreto 838 de 2005 establece que debe existir un reglamento operativo para los usuarios. Al respecto, la tabla 10 incluye lo evidenciado en la documentación existente; sin embargo es preciso aclarar que no todos los parámetros allí mencionados, son dados a conocer a los usuarios.

La Licencia ambiental que otorgo la Corporación Autónoma Regional Cormacarena, para este proyecto, incluye algunos puntos específicos de estricto cumplimiento, durante el periodo de

vida del proyecto. La tabla 10 ofrece una relación directa entre la normatividad, la licencia ambiental y lo que se ha evidenciado.

Tabla 10. Requisitos operativos normativos

Parámetros operativos Decreto 838 de 2005	Licencia Ambiental 0982	Relleno sanitario PER
Se debe tener un reglamento operativo para darlo a conocer a los usuarios, donde incluye cronograma secuencial de ejecución de obras.		Se evidencia una norma interna del sitio de Disposición Final, sin embargo ésta no se socializa a los usuarios. ⁱⁱ
Se debe prohibir el ingreso de residuos peligrosos, líquidos y lodos.		Aleatoriamente se hace una revisión a los residuos que ingresan, con el ánimo de detectar y rechazar residuos no ordinarios. Estos datos quedan consignados en el registro BIO-F-08-94 “Control de disposición final de residuos”
Realizar pesaje y registro de residuos que ingresan al relleno sanitario.		Se realiza pesaje de todos los residuos que ingresan y los datos se registran en formatos en medio físico y magnético.
Se debe hacer cubrimiento de residuos.	Se deben cubrir los residuos de forma diaria con polietilenos de baja densidad, para evitar filtraciones de aguas lluvias y presencia de olores, vectores y aves carroñeras.	Se evidencia el cubrimiento de los residuos diariamente con materiales sintéticos y geomembranas de polietileno de alta densidad, sostenidas con placas de concreto.
Control de aves, vectores y roedores.	Localizar y remover las perchas sobre el río Guatiquia y utilización de químicos repelentes; además se utilizarán espantapájaros como hostigamiento.	El control de aves se evidencia mediante el cubrimiento temporal de residuos y el hostigamiento con el personal. Se tiene un programa para controlar vectores mediante control biológico. Incluye hongos y avispas; y roedores con cebos envenados.

ⁱⁱ Existe un documento llamado BIO-N-08-01 “Norma Interna Del Sitio De Disposición Final”

Control de gases y sus concentraciones.	Construcción de chimeneas de drenaje de gases a través de perforaciones en HDPE 6”.	Se evidencia la construcción de chimeneas, cuatro por cada celda, pero en tubería PVC sanitaria de 6”; asimismo la quema de los gases producidos en las celdas con cobertura definitiva.
Control de accesos al público y tráfico vehicular no autorizado.		En la entrada existen unas varas pero en el momento no funcionan, lo que dificulta el control de ingreso a particulares. El personal de vigilancia solo opera en la noche.
Prohibir el reciclaje en el frente de trabajo.	No se permite la presencia de recuperadores o recicladores dentro de los frentes de disposición de basuras.	Se realiza separación de material reutilizable en un área destinada para tal fin, alejada de las celdas de disposición final de residuos.
Registros actualizados de las operaciones realizadas.		La documentación existente incluye registros de todas las actividades diarias.
	Reforestar 125 hectáreas entre las áreas aledañas desde la vía principal hasta el río Guatiquia; y 75 has entre el río Ocoa y la vía principal.	Se evidencia la reforestación de 56 hectáreas aproximadas, 30 metros a ambos costados de los cuerpos de agua y sobre el perímetro de la zona sanitaria. (ver anexo 2)

Fuente: el autor

Materiales de Cobertura

Se entiende por cobertura diaria al cubrimiento temporal de los residuos ya sea con materiales arcillosos, pétreos, geomembranas o sintéticos. Ambiental y operativamente es recomendable cubrir la totalidad de los residuos, de forma diaria. Con esto se controlan parámetros ambientales relacionados con la proliferación de olores, de vectores, presencia de aves y producción de lixiviados por percolación de aguas lluvias hacia los residuos dispuestos, de acuerdo con el Decreto 838 de 2005.

El procedimiento interno BIO-P-08-01^{jj} “Procedimiento de disposición final”, incluido en el sistema de gestión de calidad y avalado por la norma técnica Colombiana Icontec ISO 9001-2000 de la empresa BioAgrícola del Llano, ha establecido un mínimo de área descubierta para la operación diaria, de 2 000M²

^{jj} Documento matriz que establece y reglamenta el proceso de disposición final de residuos en el relleno sanitario PER. Incluye el proceso constructivo y operacional del mismo.

Tabla 11. Requisitos normativos cobertura temporal

Parámetros RAS 2 000	Relleno sanitario PER
Los residuos deben cubrirse diariamente con una capa de material de 0,10M de espesor	Se cubre diariamente con materiales sintéticos y geomembranas de polietileno de alta densidad. Solo se queda por cubrir el área a intervenir en la noche.
Debe tener una pendiente entre 2% y 3%	No se usa materiales pétreos ni arcillosos como cobertura temporal, por amenaza de taponamiento de filtros ^{kk} .
Construir filtros longitudinales entre capas revestidas con materiales, para la evacuación del lixiviado	Se construyen filtros perimetrales, a la altura interna del dique de contención; al final de cada nivel de residuos, o sea cada seis metros de altura, se unen las chimeneas entre sí, con filtros en piedra y malla colchoneta de 1 x 0,5 M y longitudes acorde a la ubicación de las chimeneas.

Fuente: el autor



Ilustración 11. Cobertura temporal y definitiva

Fuente. BioAgrícola del Llano SA ESP

^{kk} Por experiencias anteriores, se ha evidenciado que el material final pétreo de cobertura final, es arrastrado por el lixiviado hasta los filtros, taponándolos e impidiendo el drenaje de lixiviados.

4.1.5.1 Controles ambientales

El capítulo IV y VI del Decreto 1594 de 1984 que regulan el uso del agua y el vertimiento de residuos líquidos; el capítulo II artículo 11 del Decreto 838 de 2005 que modifica el capítulo VIII del título I del Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos; y la Resolución No. 2.6.07.0982 del 21 de Diciembre de 2007 por la cual se otorga Licencia Ambiental para el relleno sanitario PER, normalizan para el servicio de disposición final de residuos de Villavicencio, un programa de monitoreos ambientales con el ánimo de ejercer control en la preservación de los recursos naturales existentes, adyacentes a la zona sanitaria. El paquete incluye aguas superficiales y subterráneas, lixiviados, calidad del aire, ruido, partículas suspendidas y gases; las frecuencias y parámetros a muestrear son determinadas de acuerdo a la cantidad de residuos que ingresan diariamente al relleno sanitario; es decir < a 15 ton/día y > a 15 ton/día. En este sentido las frecuencias que aplican para este proyecto, es > a 15 ton/día, “sin perjuicio de lo que disponga la autoridad ambiental competente”. Así las cosas, los parámetros y frecuencias serán las que disponga la Licencia ambiental para el proyecto¹¹.

El Decreto 1594 de 1984 en su artículo 40, relaciona un total de veintisiete parámetros a tener en cuenta, con sus límites permisibles, para el agua, en el uso agrícola. De acuerdo con la licencia ambiental del proyecto en su artículo cuarto, numeral diez, sólo relaciona un total de cinco parámetros y “metales pesados”. La empresa incluye cinco metales pesados, dos de ellos

¹¹ Artículo 11 del Decreto 838 de 2005.

y el oxígeno disuelto, no presentan límite permisible; lo que imposibilita determinar el cumplimiento.

Tabla 12. Parámetros de ley para controles ambientales

Decreto 1594 de 1984	Límites permisibles ml/litro^{mm} (Uso agrícola)	Decreto 838 de 2005	Licencia ambiental	Frecuencia
Aguas Superficiales y subterráneas				
Aluminio	5,0	pH	DBO ⁿⁿ	Semestral
Arsénico	0,1	Conductividad eléctrica	DQO ^{oo}	Semestral
Bario	1,0	Oxígeno disuelto	Sólidos suspendidos	Semestral
Berilio	0,1	Metales pesados	pH	Semestral
Cadmio	0,01	DQO	Oxígeno disuelto	Semestral
Zinc	2,0	Amoniaco	Cadmio	Semestral
Cobalto	0,05	Nitritos	Cromo	Semestral
Cobre	2,0	Nitratos	Plomo	Semestral
Cromo	6,01		Mercurio	
Flúor	1,0			
Hierro	5,0			
Litio	2,5			
Manganeso	0,2			
Molibdeno	0,01			
Níquel	0,2			
pH	4,5 – 9,0			
Plomo	5,0			
Selenio	0,02			
Vanadio	0,1			

^{mm} El artículo 39 del Decreto 1594 de 1984 contiene los límites permisibles del agua, para consumo humano.

ⁿⁿ Demanda Bioquímica de oxígeno

^{oo} Demanda Química de oxígeno

Lixiviado (Vertimientos)

pH	5 – 9 unds	pH	DBO,	Semestral
Temperatura	<40 °C	Oxígeno disuelto	DQO,	Semestral
Grasas y aceites	>80% remoción	Metales pesados	Metales pesados	Semestral
Sólidos suspendidos	>80% remoción	Sólidos suspendidos	Sólidos suspendidos	Semestral
DBO	>80% remoción	DBO	pH	Semestral
Demás Parámetros a que hace referencia el artículo 74		DQO	Nitrógeno caudal	Semestral
			Fosforo	Semestral
			Nitrógeno	Semestral

Aire

Composición de biogás (CH4, CO2, O2)	Composición de biogás (CH4, CO2, O2)	Trimestral
Explosividad	Explosividad	Trimestral
Caudal	Caudal	Trimestral
Partículas suspendidas totales	Partículas suspendidas totales	Trimestral
Partículas respirables	Partículas respirables	Trimestral
	Ruido (en decibeles)	Trimestral

Fuente: el autor

La tabla anterior relaciona los parámetros a monitorear de acuerdo con la normatividad y sus límites máximos permisibles. Sin embargo todo el programa de monitoreos ambientales se redujo al paquete mínimo que ofreció realizar la empresa BioAgrícola del llano SA en los documentos base para solicitar Licencia Ambiental para el proyecto.

Los límites permisibles de referencia que establece el Decreto 1594 de 1984, en los artículos 40 y 74, son la guía para el programa de monitoreos ambientales incluidos en la licencia ambiental del proyecto objeto del diagnóstico.

Los estudios los debe realizar un laboratorio externo, previamente certificado por el Ideam. Los equipos a utilizarse deben contar con su certificado de calibración actualizado, para efectos de garantizar la efectividad en los resultados.

En la tabla doce se relacionan los parámetros contemplados en la ley para monitoreos ambientales relacionados con proyectos de estas características como son los rellenos sanitarios. Sin embargo la normatividad es flexible en cuanto a que le concede a las autoridades ambientales regionales competentes cuando menciona, hacerlos cumplir, o modificarlos según estimen convenientes.

También como parte del programa de monitoreos ambientales, se incluye un control topográfico a las obras civiles que forman parte de relleno sanitario. De forma mensual se hace seguimiento topográfico a:

Diques de contención de residuos

Domos de residuos

Volumen de llenado

Altura

De acuerdo con lo evidenciado, el propósito es verificar de forma puntual, cualquier desviación o movimiento anormal, presentado durante la operación y llenado de las celdas. Esta información es realizada por personal externo calificado y los datos son almacenados en uno de los registros internos del relleno sanitario PER.

Monitoreo de aguas

Este control ambiental se rige por los parámetros y frecuencias que establece la Licencia ambiental; y los límites permisibles los determina aún el Decreto 1594 de 1984 en su artículo 40, relacionado con el uso de las aguas para uso agrícola. Es preciso aclarar que para el 2010 se expide el Decreto 3930 que entra modificar los parámetros del Decreto 1594. Sin embargo a partir de su vigencia, tiene un plazo de dos años para establecer los límites permisibles; a la fecha éstos aún no se han definido legalmente, por lo que se sigue validando por los que incluye el Decreto 1594 de 1984.

Para aguas superficiales, la Licencia ambiental del proyecto establece la toma de muestras en el cuerpo hídrico donde se hace vertimiento, doscientos metros aguas arriba y doscientos metros aguas abajo del sitio autorizado para el vertimiento. Además, monitorear un caño (denominado Caño Pescado) por donde el alcantarillado atraviesa el cauce, bajo los mismos parámetros anteriores.

En cuanto a las aguas subterráneas, se deben monitorear los Piezómetros de acuerdo a la dirección de las aguas, que haya arrojado el estudio hidrogeológico incluido en el EIA del proyecto, es decir los piezómetros ubicados aguas arriba de las celdas construidas y operadas; y aguas abajo de las mismas.

Aguas subterráneas: La normatividad aplicada, en este caso la Licencia ambiental del proyecto, no establece un mínimo y un máximo de puntos a monitorear, para aguas subterráneas, teniendo en cuenta el número de celdas construidas y con residuos dispuestos. La empresa es autónoma en seleccionar el número de pozos objeto de estudio; el último monitoreo incluyó un total de cuatro piezómetros para hacer seguimiento. En la tabla siguiente se relaciona los resultados obtenidos en el estudio.

En base a lo anterior, se da a conocer los resultados obtenidos en el último control realizado el pasado mes de julio.

Tabla 13. Resultados monitoreo de aguas subterráneas julio de 2014

Parámetros Licencia ambiental	Piezómetros a monitorear				Límites permisibles	
	P 1	P 2	P3	P 4	Decreto 1594*	Licencia ambiental
DQO	<10	<10	<10	<10	N E L	
DBO ₅					N E L	
Sólidos suspendidos					N E L	
pH	6,28	5,69	5,74	6,26	4,5 – 9,0	
Oxígeno disuelto					N E L	
Metales pesados						
Cadmio	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,01	
Cromo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	N E L	
Hierro	3,05	0,61	0,29	5,42	5,0	
Plomo	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,0	
Mercurio	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	N E L	

Fuente: Informe Antek, monitoreo semestral calidad del agua julio de 2013

* Límites permisibles incluidos en el artículo 40

De acuerdo con la tabla anterior, se está incumpliendo lo establecido en el artículo 4 numeral 10 de la Resolución N° 2.6.07.0982 que otorga licencia ambiental para el relleno sanitario de Villavicencio, debido a que no se están monitoreando los parámetros que establece esta norma. Casos concretos: Oxígeno disuelto, Solidos suspendidos Totales (SST) y Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO₅). A la fecha no se conoce pronunciamiento de la corporación al respecto.



Ilustración 122. Puntos para monitoreo de aguas subterráneas
Fuente: Google Earth

Aguas superficiales: El último monitoreo realizado corresponde al semestral del mes de julio de 2013; el laboratorio encargado Antek con sede en Bogotá es el responsable de esta actividad, cuyo resultado evidenciado, se relacionan en la tabla 13.

Tabla 14. Parámetros de ley monitoreo de aguas superficiales-Julio de 2013

Parámetros Licencia ambiental	Río Guatiquia		Caño Pescado		Límites permisibles	
	Aguas arriba	Aguas abajo	Aguas arriba	Aguas abajo	Decreto 1594*	Licencia ambiental
DQO	51	41	14	13	N E L**	
DBO ₅	29	21	9	7	N E L**	
Sólidos suspendidos	2190	359	21	23	N E L**	
pH	7,5	7,77	7,4	6,95	4,5 – 9,0	
Oxígeno disuelto	7,8	7,7	6,67	6,89	N E L	
Metales pesados						
Cadmio	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,01	
Cromo	<0,050	<0,050	<0,05	<0,050	N E L	
Hierro	13,9	14,2	1,13	1,36	5,0	
Plomo	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,0	
Mercurio	<0,0019	<0,0019	<0,0019	<0,0019	N E L**	

Fuente: Informe Antek, monitoreo semestral calidad del agua julio de 2013

* Parámetros del Artículo 40

** No establece límite

El hierro supera el límite permisible, sin embargo este parámetro no presenta restricción en la normatividad aplicada por lo que su incumplimiento no es de cuidado.

Monitoreo a la calidad del aire

Como se menciona en la tabla 12, el aire está incluido dentro del paquete de monitoreos ambientales a que hace referencia el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del EIA reglamentado por la Licencia Ambiental para el proyecto relleno sanitario PER. Además, se debe monitorear el ruido y los gases que genera la descomposición de los residuos.

Calidad del aire: la Resolución 610 de 2010 es la que regula la contaminación del aire estableciendo los límites máximos permisibles para Partículas Suspensas Totales (PST); Material Particulado < a 10 micras (Pm₁₀) y ≤ a 2,5 micras (Pm_{2,5}); Dióxido de azufre (SO₂); Dióxido de Nitrógeno (NO₂); Ozono (O₃) y Monóxido de carbono (CO). Sin embargo La licencia ambiental del proyecto solo reglamenta los dos primeros parámetros antes mencionados; y el tercero (Pm_{2,5}) se mide siempre y cuando se incumpla el Pm₁₀.

La Licencia Ambiental del proyecto establece los linderos del predio como puntos a monitorear. Sin embargo en el último monitoreo, se seleccionaron dos puntos cerca de la vía interna por donde diariamente circulan los vehículos. El periodo para evaluar el aire son diez días seguidos independiente de las condiciones climáticas presentes en el lugar, para lograr un resultado más exacto y válido.

Tabla 15. Resultado monitoreo aire octubre de 2013

Parámetro	Nivel permisible (µg/m ³)	Resultado (µg/m ³)									
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
PST	300	5,3	5,6	16,9	16	11,8	5,3	6,4	15,3	10,2	12,5
PM ₁₀	100	3,0	0,9	2,5	1,3	5,1	2,7	2,8	5,5	2,9	3,5

Fuente: Resolución 610 de 2010
Antek-Monitoreo de la calidad del aire octubre de 2013

El procedimiento de acuerdo con la Resolución 610 de 2010 para la medición del aire, fueron asignados en su elaboración al Ideam, dándole un plazo de seis meses, y dos años para su entrada en vigencia; mientras tanto el procedimiento se registró por las normas establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA). A la fecha han pasado tres años para

la entrada en vigencia del procedimiento de medición encargado al Ideam, sin embargo aún se realizan monitoreos basados en la norma US-EPA de los Estados Unidos.

Se puede evidenciar que los resultados obtenidos están lejos del límite permisible, lo que indica que la contaminación del aire por partículas suspendidas totales (PST) y las partículas respirables <10 micras PM₁₀, no se alteran por la operación del relleno sanitario. Aunque se debe razonar sobre la influencia del viento frente a la ubicación de los equipos; además el factor de pluviosidad es vital para el resultado; es de recordar que octubre es bastante lluvioso en la región.

Ruido: el nivel de presión sonora se debe monitorear de acuerdo con la Licencia Ambiental del proyecto, en los linderos de la zona sanitaria, es decir cuatro puntos, en un día hábil y otro no hábil; y en fase diurna y nocturna. La norma que reglamenta este elemento es la Resolución 627 la cual establece los límites máximos permisibles, medidos en decibeles (Db), clasificados por categorías dependiendo del lugar donde se deban tomar las medidas. Para el caso del relleno sanitario PER, le corresponde la categoría “Sector C”

Ruido intermedio restringido, el cual comprende zonas con usos permitidos industriales, zonas portuarias, parques industriales y zonas francas. El equipo utilizado para la medición es el Sonómetro.

La tabla 16 referencia los parámetros de la Resolución 627 de 2006, frente a los resultados obtenidos en el último monitoreo realizado al relleno sanitario PER de Villavicencio.

Tabla 16. Resultado monitoreo de presión sonora 2013

	Puntos de monitoreo	Resolución 627 de 2006	Resultado (Db)							
			Diurno				Nocturno			
			Ene 13	May 13	Jul 13	Oct 13	Ene 13	May 13	Jul 13	Oct 13
Día hábil	Nor-este	75	49,7	54,2	50,1	33,4	65,9	61,1	46,0	33,3
	Nor-oeste	75	49,8	60,4	53,1	44,0	48,4	56,5	53,1	44,0
	Sur	75	58,8	62,5	59,8	49,2	59,9	56,1	56,7	39,3
	Sur oeste	75	61,9	60,3	63,6	48,3	49,9	56,3	51,4	39,9
Día no hábil	Nor-este	75	44,0	44,9	62,6	36,4	58,5	61,2	57,9	48,5
	Nor-oeste	75	52,1	58,5	68,1	40,6	56,9	55,4	53,5	47,1
	Sur	75	57,8	52,6	61,3	50,4	60,1	55,6	62,2	56,3
	Sur oeste	75	52,2	59,1	62,7	39,4	70,3	52,2	44,8	52,0

Monitoreo de gases

La descomposición de los residuos sólidos ordinarios genera biogás cuyo componente principal es el Metano CH₄. A pesar que en Colombia no existe una normatividad que regule el tema de la contaminación por gases; estos parámetros no tienen punto de comparación. Los estudios realizados en el relleno sanitario de Villavicencio sobre el tema, se rigen por las normas US EPA de los Estados Unidos. Los principales elementos evaluados son el Metano (CH₄), Dióxido de carbono (CO₂), Nivel de explosividad o LEL por sus siglas en inglés; y oxígeno (O₂). No se tiene un dato aproximado sobre la producción de biogás del relleno sanitario

Los puntos monitoreados son ductos o chimeneas instaladas en las celdas por donde se evacua el gas de los residuos. En este último monitoreo se estudiaron un total de diez ductos con los parámetros antes mencionados. Como no se tiene un punto de referencia, no se puede concluir el grado de contaminación al respecto.

Monitoreo de lixiviados

De acuerdo con el Decreto 838 de 2 005, capítulo I “Definiciones”, el lixiviado es un líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

El propósito principal del sistema de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario PER, es bajar la carga contaminante de DBO, Solidos suspendidos totales (en adelante SST), Grasas y aceites en un 85% de remoción^{pp} y no superar los límites permisibles del agua para uso agrícola, del río que recibe el vertimiento, en este caso el río Guatiquia, de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984^{qq}.

De acuerdo con las memorias incluidas en el EIA del proyecto para el cálculo del diseño del sistema de conducción y recolección de lixiviados, se estima una producción máxima 8 lt/seg., por celda en el pico más alto. Sin embargo el manual de operaciones de la PTLx, establece un máximo de caudal de 5 lt/seg., como el pico más alto, sustentado en el balance hídrico realizado para el relleno sanitario PER.

Los lixiviados son evacuados de cada celda a través de dos sistemas de filtros tipo espina de pescado (ver ilustración 5), controlando su salida por una válvula de polietileno de alta densidad de 10” en cada uno de ellos, que lo entregan a un sistema de alcantarillado externo, de 8”;

^{pp} Manual de la planta de tratamiento de lixiviado del relleno sanitario PER. Pág. 5.

^{qq} Consideraciones finales incluidas en la Resolución N° 2.6.07.0982 que otorga Licencia Ambiental para la operación del relleno sanitario PER.

a su vez lo conduce por gravedad hasta la Planta De Tratamiento De Lixiviados (en adelante PTLx), para su posterior tratamiento.

La PTLx, incluye dos tipos de tratamientos, uno “*Físico*” y otro “*biológico*”; opera bajo un sistema anaerobio, es decir en ausencia de Oxígeno; con capacidad para un caudal de 4 lt/seg., a través de tres fases de tratamientos así:

Tratamiento preliminar: allí llegan los lixiviados desde el pozo inicial, es decir desde el sitio donde termina el alcantarillado, hasta un tanque con un sistema de desarenador. Su función principal es la de retener parte de los sólidos que contiene el lixiviado, para pasar a una segunda fase del proceso. Este primer tratamiento cuenta con un sistema de captura de grasas y aceites en una primera fase y uno de sedimentos en la segunda fase. Los monitoreos internos realizados en el laboratorio de la planta, reportan una remoción en esta primera fase, de entre el 5 y 10% para solidos suspendidos totales, en lapso aproximado de 15 horas.



Ilustración 133. Tratamiento preliminar planta de lixiviados
Fuente: el autor

Tratamiento primario: Después de pasar por el tanque sedimentador, el lixiviado entra a su segunda fase o tratamiento secundario, el cual consiste en un tanque de igualación cuya finalidad es igualar el flujo de las aguas en aproximadamente nueve horas. En este periodo de tiempo se espera diluir los contenidos de Tensoactivos otros productos químicos que perjudican el proceso biológico. En esta fase el tanque incluye un sistema o Proceso anaerobio de Crecimiento adherido (PACA[™]) el cual ayuda en la remoción de Nitrógeno y Carbono.



Ilustración 144. Tratamiento primario de lixiviados
Fuente: el autor

Una vez el lixiviado atraviesa el tanque de igualación, pasa a un tercer tanque que incluye cuatro fases así:

[™] Son llantas apiladas donde crecen microorganismos anaerobios que descomponen la materia orgánica.

Trampa de grasas: su función es capturar la mayor parte de este elemento, ya que el aceite tiende a emulsificarse, dificultando la ruptura del coloide en el tratamiento anaerobio.

Coagulación-floculación: esta fase estabiliza el coloide (coagulación) para después ocurrir la floculación que consiste en la aglomeración de los coloides con ayuda de algún hidróxido que finalmente los atrapa y los elimina.

Sedimentador: se realiza por gravedad, como proceso convencional.

Control de pH: se realiza mediante la utilización de sales, para finalmente pasar a la siguiente fase o tratamiento biológico.

Tratamiento secundario: son dos tanques circulares en fibra de vidrio herméticamente cerrados, con capacidad para 96 M³; el lixiviado después de las fases anteriores, llega por bombeo ascendente a esta sección; Allí mediante microorganismos anaerobios, se pretende eliminar el contenido de materia orgánica existente, en un lapso de tiempo aproximado de cinco horas. Después por rebose, sale hacia el sistema de alcantarillado para ser vertido al río Guatiquia.



Ilustración 155. Segunda fase tratamiento de lixiviados-Reactores Anaerobios

Fuente: Tomadas por el autor

En cuanto al monitoreo realizados por el laboratorio externo a los lixiviados, éste se refiere a un análisis físico químico comparado por licencia, con los artículos 72 y 74 del Decreto 1594 de 1984, sobre vertimientos y calidad del agua. Los parámetros están definidos en la Licencia Ambiental, y relacionados en la tabla N° 11 del presente documento; los resultados del último monitoreo realizado en el mes de julio de 2 013, evidencian un bajo porcentaje de remoción, teniendo en cuenta el dato mínimo permitido por la Licencia, del 85%.

Tabla 17. Resultados último monitoreo de lixiviados

Parámetros Licencia Ambiental	Límites permisibles		Planta de tratamiento De lixiviados		Resultados
	Decreto 1594/84	Licencia Ambiental	Afluente	Efluente	
DBO5		85 %	7 170	3 300	59,7 %
DQO		85 %	11 200	5 690	49,2%
SST		85 %	2 320	1 600	39,7 %
Metales pesados					
Cadmio	0,1 mg/l		<0,007	<0,007	Cumple
Cromo total	6,5		0,258	0,162	Cumple
Hierro*			16,3	11,8	
Mercurio	0,02 mg/l		<0,0019	<0,0019	Cumple
Plomo	0,5 mg/l		<0,05	<0,05	Cumple
pH	5 – 9 unds		7,48	7,80	Cumple
Fosforo	NPR**		19	16	
Nitrógeno total	NPR**		1180	1110	
Caudal	NPR**				

Fuente datos: BioAgrícola del Llano SA ESP

* No está incluido en el Decreto 1594 de 1984, en los artículos 72, 74 y 75 sobre vertimientos

** No presenta restricción por el reto 1594/84

El tratamiento del lixiviado en la planta, no cumple los parámetros establecidos de remoción que establece la Licencia Ambiental para la operación del proyecto. Los tratamientos a que es sometido el lixiviado en la planta, no alcanzan la eficiencia esperada, motivo por el cual la corporación ambiental competente emitió comunicación a la empresa BioAgrícola del Llano, solicitándole un plan de acción con cronograma de cumplimiento, encaminado a alcanzar la meta propuesta en la licencia ambiental.

Vida útil del relleno sanitario

De acuerdo con el PGIRS para Villavicencio y la Resolución 1045 de 2003 que reglamenta el documento anterior, los proyectos para disposición final de residuos, deben contar con periodo mínimo de 30 años. Lo anterior teniendo en cuenta la producción de municipios aledaños en un radio de 60 kilómetros, previendo la ampliación del servicio hacia esos sectores.

Para el caso del relleno sanitario de Villavicencio, la Licencia ambiental que autoriza su operación, establece una capacidad de disposición final de residuos, de 7 198 231 toneladas en un periodo de 33 años, contando con un índice de compactación de 1,2 ton/m³^{SS}.

Zona	Capacidad m3	Capacidad en tons	Tiempo en días de operación
I	600.694	720.833	1.909
II	1.859.849	2.231.819	4.090
III	600.694	720.833	990
IV	996.284	1.195.541	1.398
V	945.488	1.134.586	1.130
VI	995.516	1.194.619	1.036
Total	5.998.525	7.198.230	10.553
AÑOS APROXIMADOS			33

Ilustración 166. Tabla resumen capacidad relleno sanitario

Fuente: Resolución N° 2.6.07.0982 de diciembre 21 de 2007

A diciembre 31 de 2013, con un tiempo operacional de seis años calendario (01/01/2 008 – 31/12/2 013), o sea 72 meses calendario, de 396 meses del proyecto; y una primera zona con su

^{SS} El proyecto está diseñado en seis zonas, de las cuales la primera ya llegó a su 100% de capacidad, correspondiente a los primeros 6 años (solo días hábiles)

capacidad al 100% en toneladas, el indicador de vida útil del relleno sanitario, se encuentra en un 18,2% de capacidad. La zona I que llegó al máximo de su capacidad en toneladas a disponer, cerró patio el pasado 01 de julio de 2013 con 722 321 toneladas; es decir que a esa fecha se debieron haber cumplido los 1 909 días hábiles de operación, según la ilustración 15. De allí se pasó a la segunda zona, para la celda 3 de la zona II disponiendo al año 2 013, un total de 84 500 toneladas, de 102 506 que es el máximo de capacidad proyectado, en un tiempo estimado de 240 días hábiles.

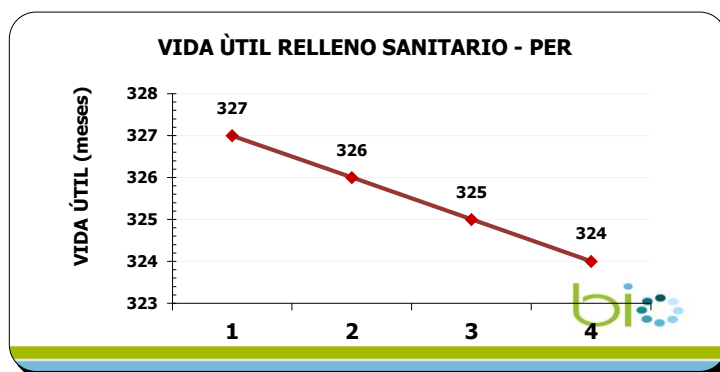


Ilustración 177. Comportamiento vida útil del relleno sanitario PER

Fuente: BioAgrícola del Llano SA ESP

La ilustración 17 incluye los datos que forman parte de la fórmula de la ilustración anterior, que relaciona el tiempo de vida útil^{tt} con que cuenta actualmente el relleno sanitario PER.

^{tt} El indicador de vida útil es de ley; lo establece la Resolución 351 de la Comisión de Regulación de Agua potable CRA

$VU = VL - VC$	324,0
VL = Vida útil (licencia)	396,0
VC = Tiempo en Operación	72,0
$VC = (VD_i \times PU_i) / PTD_i$	
$VD_i = \text{Vol Disp al momento, m}^3$	7015,6
$PU_i = \text{Peso unitario (densidad)}$	1,5
$PTD_i = \text{Prom ton dispuestas}$	112,8

Ilustración 188. Datos indicador vida útil

Fuente: Indicador de Vida útil del sitio de disposición final
BioAgrícola del Llano SA ESP

6. CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones

El relleno sanitario Parque Ecológico Reciclante de la ciudad de Villavicencio es uno de los mejores sistemas de tratamiento de residuos sólidos ordinarios, que se han establecido como alternativa de disposición final de residuos a nivel nacional. De acuerdo con los datos obtenidos de los registros internos del sitio, tan solo el año anterior se recibieron un total de 21 visitas técnicas entre estudiantes de distintas ciudades del país, hasta profesionales en formación de maestrías en materia ambiental. Finalizando el año 2013, el sitio recibía residuos de 14 municipios aledaños y no aledaños, que por razones distintas traen sus desechos a este lugar para darle un tratamiento técnico adecuado y acorde a lo exigido por la ley. Sin embargo a nivel detallado y de acuerdo a lo que se evidenció durante todo el ciclo de desarrollo del presente trabajo, existen algunos detalles que no se ajustan a lo establecido por la normatividad existente:

- El promedio de producción de residuos durante el año 2013 fue de 11 612 toneladas/mes, alcanzando un total dispuesto en el relleno sanitario PER, de 139 345 toneladas. Durante los últimos ocho años (vigencia del PGIRS Villavicencio), la producción estuvo enmarcada por *debajo* de lo proyectado en un 11,2% (ver tabla 1). Sin embargo a partir del año noveno, el alto nivel turístico de la ciudad y el sector urbanístico que se ha

disparado en cifras, se ve reflejado en la producción de desechos domiciliarios, sobrepasando el porcentaje con signo negativo y llegando a un dato significativo del 10,2%. Es decir que a partir del año 2 013 los residuos de la ciudad se disparan en un 21%.

- El relleno sanitario se encuentra ubicado por fuera de las distancias mínimas establecidas en el RAS 2 000 título F y Decreto 838 de 2 005, en cuanto a aeropuertos, cuerpos de agua superficiales superiores a 30 metros de cauce, humedales, reservas naturales, zonas de falla, asentamientos urbanos.
- El nivel freático de la zona sanitaria no cumple la distancia mínima que debe existir entre la capa de residuos y los acuíferos o aguas subterráneas, la cual se encuentra establecida por el RAS 2000 título F, en 5 metros mínimo de distancia para rellenos sanitarios de alta complejidad. Por tal razón la empresa debió adoptar un sistema de impermeabilización con geomembranas de alta densidad, geotextiles no tejidos y capa de arcilla, para garantizar la no percolación de líquidos hacia lo profundo del suelo, tal y como se evidencia en la ilustración 7, imagen derecha donde se evidencia la instalación de estos materiales así: una capa de geotextil, una de geomembrana de 1,5mm de espesor, una segunda capa de geotextil, una capa 0,30M de arcilla debidamente compactada; y algo importante: en las últimas dos celdas construidas se evidenció la instalación de una tercera capa de geotextil entre la capa de arcilla y los residuos.
- Los canales perimetrales fueron modificados en su diseño original, a partir de la construcción de la celda 3 de la zona II; o a partir del sexto año de operación del PER.

Se disminuyó capacidad de caudal dado que el ancho por normatividad, se disminuyó de 1.3M, a 0.6M, es decir que se disminuyó en capacidad de caudal en un 50%.

- El tratamiento de lixiviados en la PTLx no alcanza el porcentaje de remoción establecido en la Licencia ambiental, el cual se encuentra en un 85%. Los resultados del último monitoreo apenas si llega a un 39,7%. A la fecha no se conoce pronunciamiento alguno de la corporación al respecto, dado que se está incumpliendo el porcentaje de remoción en carga contaminante en DBO, DQO₅ y SST.
- La vida útil del relleno sanitario de Villavicencio PER, cuenta con un tiempo estimado de 324 meses, de 396 que hace referencia el proyecto; actualmente la zona I de VI zonas que forman el proyecto, llegó a su capacidad de proyección, en toneladas, mas no en tiempo ni en altura y volumen. Dado que el tiempo estimado de la zona I es de 1909 días hábiles, al pasarlos a tiempo calendario seria así:

$$\text{Años hábiles} = \frac{1909 \text{ días vida util ZI}}{313 \text{ días hábiles del año}} = 6,10 \text{ años}$$

$$\text{Días calendario} = 6,10 \times 365 = 2\ 221 \text{ días}$$

$$\text{Meses calendario} = \frac{2\ 221}{30} = 74 \text{ meses}$$

El proyecto al mes de diciembre de 2 013 ha perdido en tiempo calendario, un total de ocho meses, debido a que la zona se cerró el pasado 01 de julio de 2013, es decir los 74

meses calendario proyectados para la zona I, se cumplieron a los 66 meses calendario. (01 de enero de 2008 – 01 julio de 2013).

- El control de aves carroñeras aunque rudimentario, ha resultado eficiente a la hora de ahuyentar estos animales. El buen resultado lo justifican con el cubrimiento diario de residuos y el apoyo de personal no calificado para impedirles que pernocten en el sitio.
- No se están monitoreando el total de los parámetros de ley, aprobados por la Licencia Ambiental del proyecto, en aguas subterráneas. La norma relaciona seis parámetros para control ambiental y el último monitoreo realizado en julio del año anterior, incluye de éstos, solo cuatro. Además se evidenció que de estos parámetros reglamentados por la corporación ambiental competente, solo dos ellos presentan límite permisible; los otros cuatro no presentan restricción, lo que deja a la entidad ambiental local competente, sin herramientas eficaces a la hora de ejercer control y seguimiento a la contaminación de las aguas subterráneas del sector, en caso de existir la posibilidad.

6.2 Aporte Personal

Durante el desarrollo de este trabajo se pudo evidenciar que el aprovechamiento de material orgánico y la separación de material reutilizable, es demasiado bajo si se tiene en cuenta la cantidad de residuos sólidos ordinarios que ingresa al sitio de disposición final, mensualmente.

El material susceptible de aprovechamiento y con otro potencial como lo es el reutilizable, es decir el que puede volver al ciclo productivo nuevamente, se está dejando de seleccionar, permitiendo que se entierre junto con el resto de residuos sólidos inservibles, como se evidencia en la tabla 18, la cual refleja el bajo porcentaje de material recuperado para aprovechamiento.

Tabla 188. Histórico residuos. Dispuestos-recuperados (toneladas)

Conceptos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Residuos dispuestos	95 645	100 138	102 385	108 980	115 731	128 979	138 147	151 633	164 258
Residuos aprovechados*	995	892	351	332	341	332	522	395	344
%	1,04%	0,89%	0,34%	0,30%	0,29%	0,26%	0,38%	0,26%	0,21%

Fuente datos: BioAgrícola del llano SA ESP

Formato interno BIO-F-08-58 "Operación de Disposición final de residuos"

* Incluye los residuos aprovechados, clasificados en el relleno sanitario y los separados en la fuente.

Como aporte y resultado de este trabajo investigativo, es válido desde el punto de vista ambiental y por qué no decirlo, económico; pensar en un buen proyecto sustentable de recuperación y clasificación de residuos para que se disminuya en un porcentaje significativo, la cantidad de desechos que termina siendo dispuesta en la celda de disposición final. Tomando como punto de referencia la cantidad recuperada, incluido allí la clasificación, separación y aprovechamiento de residuos, que se aprovecha en los programas que tiene establecido la empresa; es mínima por no decir nula. No es representativa ya que no alcanza a ser siquiera el 1% del total dispuesto.

Un proyecto de estas características cimentado desde la parte social en todos los estratos sociales, donde se impulse la separación de residuos en la fuente; es mucho el trabajo que se adelanta viéndolo como un avance en la separación de residuos directamente en el lugar donde se originan, o sea en cada hogar, tienda, o local comercial.

Los ciudadanos somos animales de costumbres, y fácilmente podemos adoptar una actividad adicional al momento de producir desechos en nuestros hogares; a realizar un trabajo de determinada magnitud, si se nos pide con cordialidad, sabiduría y sobre todo, con amabilidad, encaminado a la protección del medio ambiente y cultura ciudadana, que es lo que falta por estimular. Como es de amplio conocimiento para las comunidades en general el tema de la protección al medio ambiente y la preservación y conservación de los pocos recursos naturales que aún sobreviven en el medio, estoy seguro que podemos adoptar con seguridad la clasificación de residuos desde nuestras casas, ayudando de esta forma al propósito común y global del momento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Presidencia de la República de Colombia; Ministerio de Agricultura; Decreto 1594 junio 26 de 1984; publicado en diario oficial No. 36.700, junio 27 de 1984; Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

República de Colombia; Ministerio de Desarrollo Económico; Sistemas de aseo urbano; Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico RAS 2000 título F.

Presidencia de la República de Colombia; Decreto 1713 Agosto 6 de 2002; publicado en Diario Oficial No. 44.893, el 07 de agosto de 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo; el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Aeronáutica Civil; Resolución 3152 agosto 13 de 2004; publicado en diario oficial N° 45 640 agosto 14 de 2004, por la cual se adoptan normas relativas al peligro aviario como obstáculo para la seguridad de la aviación.

Presidencia de la República de Colombia; Decreto 838 marzo 23 de 2005; publicado en diario oficial el 28 de marzo de 2005; por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Resolución 627 abril 07 de 2006;

Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial la Macarena Cormacarena;

Resolución N° 2.6.07.0982 de Diciembre 21 de 2007, por la cual se otorga Licencia Ambiental al proyecto Relleno sanitario “Parque Ecológico Reciclante.”

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Resolución 610 marzo 24 de 2010;

por la cual se modifica la Resolución 601 de abril 24 de 2006, sobre calidad del aire.

Departamento Administrativo Nacional de estadísticas DANE-2012; Tabla resumen

“Información estadística”; División político administrativa de Colombia-Divipola 2012.

Antek SA; Bogotá Julio de 2013. Monitoreo semestral; Informe de laboratorio 3188-13-Bio;

Caracterización físico química de aguas; Relleno sanitario Parque Ecológico Reciclante-PER.

Antek SA; Bogotá julio de 2013. Informe de laboratorio 3187-13-Bio. Monitoreo semestral;

Caracterización físico química de lixiviados; BioAgrícola del Llano SA; Relleno sanitario Parque Ecológico Reciclante-PER.

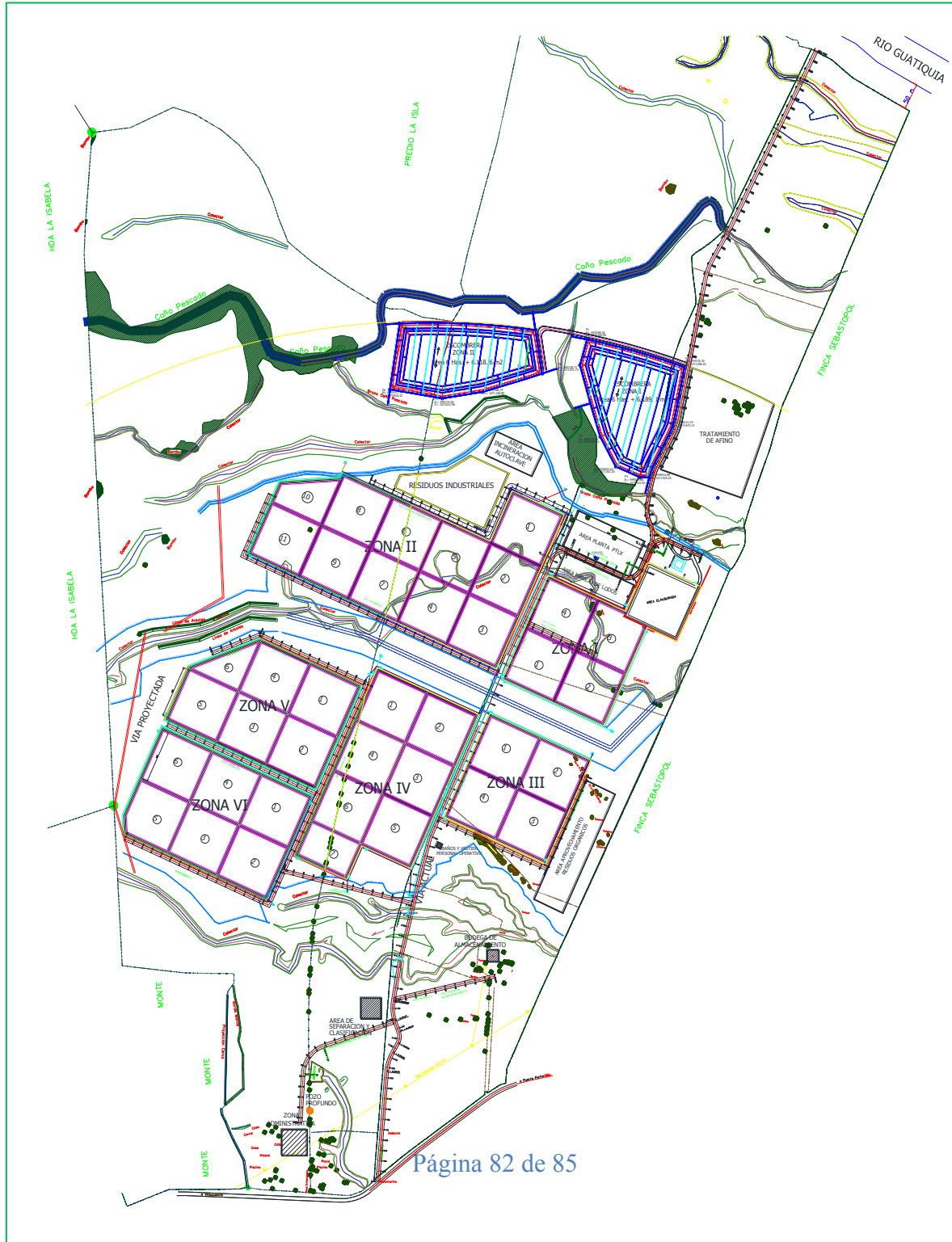
Antek SA; Bogotá Octubre de 2013. Informe de laboratorio 4310-13-Bio. Monitoreo trimestral;

Monitoreo de biogás; BioAgrícola del Llano SA; Relleno sanitario Parque Ecológico Reciclante-PER.

Antek SA; Bogotá Octubre de 2013. Informe de laboratorio 4391-13-Bio. Monitoreo trimestral; Calidad del aire y niveles de presión sonora; BioAgrícola del Llano SA; Relleno sanitario Parque Ecológico Reciclante-PER.

5.3 Anexos

5.3.1 Diseño general del proyecto relleno sanitario PER.



5.2 Formato interno BIO-F-08-01 “Operación de Disposición final de residuos” del relleno sanitario PER



BIOGRICOLA DEL LLANO SA ESP
OPERACIÓN DE DISPOSICION FINAL

AÑO 2013

CONCEPTO DISPOSICION FINAL	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
DISPOSICION DE RESIDUOS														
Transporte Bioagrícola (ordinarios)	Ton	9.154,17	7.875,92	8.908,68	8.957,91	9.663,88	8.967,96	9.645,68	9.189,19	8.753,34	9.693,08	10.076,75	10.794,80	111.681,36
Transporte Particulares - Villavicencio	Ton	2.301,58	449,79	376,02	429,43	369,78	396,26	426,07	373,41	388,48	407,04	354,57	330,22	6.602,65
Transporte Particulares - Otros municipios	Ton	69,05	70,90	68,83	90,80	76,51	99,97	82,76	98,47	69,83	109,20	134,98	109,10	1.080,40
Transporte Barrido Convencional (Móvil 1404)	Ton	764,50	724,02	927,66	909,92	846,56	870,04	894,43	960,53	1005,84	1071,73	973,13	1037,80	10.986,16
Transporte grandes generadores (Móvil 1301- 1213 - 1214)	Ton	777,79	638,15	716,24	807,10	881,53	786,91	881,76	819,88	739,40	801,75	793,23	785,59	9.429,33
Servicios Especiales (Móvil 1403)	Ton	9,53	43,67	60,75	166,95	99,08	10,66	97,36	68,21	74,83	69,88	72,87	66,21	950,00
Eventos Especiales	Ton													
Material recuperado (separación en la fuente)	Ton	5,25	162	127	3,78	4,77	3,69	2,93	4,42	3,07	3,11	3,46	2,12	39,49
Recuperación Relleno	Ton	11,93	7,54	13,82	8,97	12,48	11,40	5,42	8,50	6,00	8,44	11,56	9,50	115,56
Material aprovechado.	Ton	20,00	20,00	20,00	20,00	100	2100	2100		5,00	2100	29,50	10,00	188,50
Residuos dispuestos de Restrepo	Ton	225,78	177,93	185,19	205,74	221,49	215,32	228,23	204,50	193,07	220,75	239,21	262,97	2.580,18
Residuos dispuestos de Medina	Ton	54,47	43,34	53,26	52,02	55,37	49,63	53,55	54,06	53,91	48,83	62,15	65,06	645,65
Residuos dispuestos de Paratebuena	Ton	84,23	66,46	81,68	86,37	89,11	83,46	93,30	86,15	85,99	84,17	90,21	101,78	1.032,91
Residuos dispuestos de Cumaral	Ton	350,93	375,82	429,27	332,02	338,47	309,97	329,61	318,34	297,18	332,74	351,84	348,74	4.114,93
Residuos dispuestos de Cabuyaro	Ton													9,41
Residuos dispuestos de Pto. López	Ton	415,19	331,92	403,56	398,87	445,85	401,42	431,82	434,24	398,54	429,94	396,54	395,35	4.883,24
Residuos dispuestos de Pto. Gaitan	Ton	612,80	448,47	388,38	431,92	458,48	401,24	456,88	458,04	434,27	489,84	438,83	505,62	5.524,77
Residuos dispuestos de Villanueva-Casanare	Ton									28,97	380,87	418,72	210,78	1.039,34
Residuos dispuestos de Guamal	Ton						28,33	198,90	178,68	145,35	210,85	194,50	220,55	1.177,16
Residuos dispuestos de Castilla la Nueva	Ton	136,80	110,07	133,77	150,97	165,07	143,39	165,21	153,58	135,20	166,83	177,53	170,75	1.809,17
Residuos dispuestos de Guayabetal	Ton	48,25	31,54	31,28	40,14	34,99	33,80	41,50	34,75	32,23	40,57	37,37	40,61	447,03
Residuos dispuestos de Ubalá	Ton	13,98	8,19	10,16	9,72	12,25	10,73	10,64	12,40	10,32	12,77	11,33	12,30	134,79
Residuos dispuestos de San Carlos de Guaroa	Ton				82,71									109,55
Residuos dispuestos de Barranca de Upia	Ton									6,80	71,76	60,33	65,71	204,60
Residuos dispuestos de Monterrey	Ton												118,98	118,98
Total Residuos Transportados Bioagrícola	Ton	10.721,24	9.283,38	10.614,60	10.845,66	11.495,82	10.739,26	11.522,16	11.042,23	10.576,48	11.639,55	11.919,44	12.686,52	133.086,34
Total Residuos Transportados otros municipio	Ton	2.011,48	1.664,64	1.785,38	1.881,28	1.897,59	1.777,26	2.092,40	2.033,21	1.891,66	2.599,12	2.613,54	2.664,55	24.912,11
Total Dispuesto solo Villavicencio	Ton	12.985,64	9.704,01	10.955,53	11.242,34	11.847,35	11.099,43	11.918,88	11.402,72	10.950,89	12.014,04	12.229,49	12.995,12	139.345,44
Total Dispuesto otros municipios	Ton	2.011,48	1.664,64	1.785,38	1.881,28	1.897,59	1.777,26	2.092,40	2.033,21	1.891,66	2.599,12	2.613,54	2.664,55	23.108,27
Total Dispuesto	Ton	14.997,12	11.368,65	12.740,91	13.123,62	13.744,94	12.876,69	14.011,28	13.435,93	12.842,55	14.613,16	14.843,03	15.659,67	164.257,55

BIO-F-08-58 Ver 03 01/04/2011

Diego Rodriguez/Giovanny Moreno/Faustino Niño

ELABORA

Página 83 de 85

Vo Bo JEFE DE AREA

