

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE
SAN VICENTE DEL CAGUÁN – CAQUETÁ

SANDRA LILIANA YAÑEZ ZULETA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C.
2013

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE
SAN VICENTE DEL CAGUAN – CAQUETÁ

SANDRA LILIANA YAÑEZ ZULETA

TRABAJO DE GRADO

PROF. DR. ÁLVARO CHAVÉZ PORRAS

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C.
2013

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE SAN VICENTE
DEL CAGUÁN – CAQUETÁ**

Sandra Liliana Yáñez Zuleta
Ingeniera de Sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Brinks de Colombia, Bogotá, Colombia,
Sandra.yanezz@hotmail.com

RESUMEN

Vivimos en una sociedad de consumo en la que los residuos que generamos se han convertido en un problema para el medio ambiente, debido a que estamos inmersos en la cultura de usar y tirar. Es por ello que el municipio de San Vicente del Caguán, Caquetá ante esta situación realizó la construcción de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos generados por los habitantes, adquiriendo mediante observaciones técnicas de CORPOAMAZONIA - Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la Amazonia un terreno ubicado a 18 km del casco urbano denominado El Diviso el cual fue destinado para la disposición final de sus residuos sólidos ordinarios, debido a la falta de un relleno sanitario que cumpliera técnicamente con los requisitos de ley, influyó para que la administración municipal en la búsqueda de desarrollar un proceso de gestión integral de los residuos sólidos generados por los habitantes realizará la disposición final en otros municipios aledaños donde si se cuenta con rellenos sanitarios licenciados; medida que se tomó para mitigar una evidente emergencia sanitaria. El presente estudio, tuvo como objetivo evaluar los impactos ambientales y socioeconómicos derivados de la construcción del relleno sanitario del municipio de San Vicente del Caguán, para valorar la magnitud de los impactos ambientales ocasionados por el proyecto, se utilizó el método de los indicadores, evaluándose la calidad ecológica de cada uno de los componentes del proyecto a ser afectados en esta etapa, donde desde el punto de vista físico el predio El Diviso dispone de un terreno con capacidad de 8 años para una producción per cápita de 0,38 kg/hab. día de residuos sólidos. Desde el punto de vista biótico la presencia de fauna y flora es escasa y está situada en áreas específicas. Los impactos ambientales del proyecto están relacionados con la ocupación del suelo y la remoción de cobertura vegetal. Estos se manejaron en el proceso de construcción, y desde luego con la compensación vegetal presentada en el plan de manejo ambiental, permitiendo resolver los eventuales problemas relacionados con la emergencia sanitaria al evaluar los impactos ambientales asociados con la habilitación del predio El Diviso, como sitio de disposición final. Igualmente con la continuidad del proceso de formulación de alternativas consolidado en el PGIRS - Plan De Gestión Integral de Residuos Sólidos [1].

Palabras Claves: Relleno sanitario, Residuos sólidos ordinarios, PGIRS, Plan de ordenamiento Territorial.

ABSTRACT: We live in a consumer society where waste generated have become a problem for the environment because they are immersed in the culture of throwaway. That is why the town of San Vicente, Caquetá in this situation realize the construction of a landfill for final disposal of solid waste generated by residents, by acquiring technical observations CORPOAMAZONIA - Corporation for sustainable development of the South Amazon land located 18 km from the town called the Diviso which was intended for the disposal of their regular solid waste due to lack of a landfill that comply technically with the requirements of law, influenced for the municipal administration in seeking to develop a process integrated management of solid waste generated by residents will perform the final disposal in other neighboring municipalities where if you have licensed landfills; measure taken to mitigate an obvious health emergency. The present study aimed to assess the environmental and socioeconomic impacts of the construction of the landfill in the municipality of San Vicente, to assess the magnitude of the environmental impacts caused by the project, the method was used indicators, evaluating the ecological quality of each of the project components to be affected at this stage, where from the physical point of view the site Diviso the lawn has a capacity of 8 years for a per capita production of 0.38 kg / inhabitant. day of solid waste. From the point of view the presence of biotic fauna is scarce and is located in specific areas. The environmental impacts of the project are related to

land use and vegetation removal. These were handled in the construction process, and certainly with vegetable compensation presented in the environmental management plan, solving any problems related to the health emergency in assessing the environmental impacts associated with the empowerment of the property The Diviso as site disposal. Likewise with the continuity of the formulation of alternatives in the consolidated PGIRS - Comprehensive Management Plan Solid Waste.

KEY WORDS: Landfill, ordinary solid wastes, PGIRS, Territorial Plan system.

INTRODUCCIÓN

La Empresa Municipal de Servicios Públicos Domiciliarios Aguas del Caguán S.A. ESP Mixta según concepto técnico de Diciembre de 2009, emanado por el contratista de CORPOAMAZONIA, opto por la construcción de un relleno sanitario, en la finca El Diviso; predio ubicado en la vereda Sotará, Jurisdicción del Municipio de San Vicente del Caguán a 18.0 Km del casco urbano del municipio de dicho municipio, vía principal San Vicente del Caguán – Puerto Rico Caquetá, con una desviación de setecientos metros hasta el relleno sanitario de una vía terciaria vía vereda Sotará.

De acuerdo con el estudio de alternativas realizado la finca El Diviso, demostró ser la opción más viable para el proyecto según concepto emanado por el contratista de CORPOAMAZONIA después de ser sometida a la tabla de evaluación de la resolución 838 de 2005; generando las condiciones apropiadas para la construcción de obras necesarias para la disposición final de residuos sólidos ordinarios mediante la tecnología de relleno sanitario.

El tratamiento de los residuos sólidos por el método del relleno sanitario es considerado como una técnica de disposición final de los mismos minimizando los perjuicios al medio ambiente y los peligros para la salud y seguridad pública. El presente trabajo pretende evaluar los impactos positivos y negativos debido a la operación del relleno sanitario del municipio de San Vicente del Caguán ubicado en la finca el Diviso vía vereda Sotará.

Para el estudio de impacto ambiental, se analizó y proceso la información primaria tomada a partir de consultas en el Plan Básico De Ordenamiento Territorial del municipio de San Vicente del Caguán Caquetá [29], el Plan de Manejo Ambiental, el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la entidad territorial mencionada, Guía Ambiental Para Rellenos Sanitarios del MAVDT y bibliografía relacionada con el tema, para iniciar el proceso de diagnóstico y posterior plan de mitigación de impactos generados por el funcionamiento del relleno sanitario [25] [27].

De acuerdo a las diferentes actividades propuestas para la tecnología del Relleno Sanitario y la manera de disponer de los residuos sólidos, tanto para la construcción soportados en la información ambiental obtenida del área de influencia del proyecto; se pretende identificar, analizar y evaluar los diferencias impactos ambientales del proyecto[21].

A partir de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), se proponen las medidas de manejo ambiental para la construcción del relleno sanitario EL DIVISO del municipio San Vicente del Caguán, plan propuesto para mitigar y corregir los impactos sobre cada componente ambiental que con el proyecto generan alteración directa e indirecta del área de influencia, de tal manera que se pueda prever las medidas de control y mitigación de dichos impactos.

Con el EIA se pretende alcanzar la racionalización de los recursos naturales y culturales, reduciendo los impactos negativos y fortaleciendo los impactos positivos que se puedan presentar con la implementación del proyecto. La toma de decisiones fundamentada en criterios técnicos y ambientales, el análisis de manera cuantitativa y cualitativa de los impactos positivos y negativos del proyecto, para establecer el real grado de afectación de los recursos naturales y del contexto sociocultural igualmente plantear las soluciones a los impactos negativos del proyecto, considerando las estrategias, planes y programas del (PMA) y socialización con la comunidad del área de influencia con la información inherente al proyecto creando espacios para la discusión y concertación (si es

necesario) de los diferentes impactos generados por el proyecto y las medidas propuestas[25][30] [31].

Los impactos que se lograron identificar y las consecuencias que estos ocasionarían a los distintos recursos naturales a ser afectados, fueron el resultado de las visitas de campo al área de influencia del proyecto, así como de la aplicación de técnicas metodológicas como la (observación), la cual jugó un papel muy importante a la hora de tomar decisiones sobre los mecanismos a implementarse para la reducción de los efectos derivados de las actividades propias del proyecto. Otro factor de relevancia que ayudó fue la aplicación del método de los indicadores la que permitió predecir los impactos al medio y las magnitudes que la no aplicación de medidas de mitigación podría ocasionar a la salud de las poblaciones cercanas, a la calidad del aire, a la productividad de los suelos y a las relaciones ecológicas de los ecosistemas cercanos al área de influencia del proyecto[31] [40].

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

De acuerdo al Decreto 1713 de 2002[6], todas las entidades territoriales de la nación, deben formular Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos ordinarios (PGIRS) y mantenerlos actualizados, propendiendo por garantizar un ambiente sano, así mismo, dicho plan debería contemplar los sitios de disposición final; de manera similar, el decreto 838 de 2005 en su art. 3, establece que de acuerdo a los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) deberían establecer las administraciones municipales, los suelos de protección – zonas de utilidad públicas para la ubicación de infraestructura para la provisión del servicio público de aseo en la actividad complementaria de disposición final, mediante la utilización de tecnología de relleno sanitario.

El artículo cuarto de este mismo decreto, indica, que los PGIRS, deberían de contemplar las áreas potenciales para la disposición final de residuos sólidos, a través de la tecnología antes mencionada; hacia el 2005 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, emana la Resolución 1390, por la cual establece el plazo de 36 meses, para el cierre, clausura y restauración ambiental de los sitios de disposición final que no han tenido un manejo técnico y que al término de este plazo, se transformen en rellenos sanitarios o se construyan las respectivas obras pertinentes en otro sitio, con los detalles técnicos del caso.

A partir de septiembre de 2010 las entidades territoriales deberían pasar de celdas transitorias a rellenos sanitario, con su respectiva licencia ambiental (Dec. 2820 del 2010) y los trámites que esta conlleva; sin embargo el Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial promulgo una nueva resolución (1684 de 2009) ampliando el plazo de funcionamiento y restauración ambiental de las celdas transitorias por un año más, plazo que a la fecha ya caduco.

Cabe resaltar que la administración del municipio de San Vicente del Caguán ha venido desarrollando de manera paulatina la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios producidos por los habitantes de la cabecera municipal, para lo cual ha elaborado:

- En el año 2005, la administración municipal presento ante Corpoamazonia el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS[9][32][33], en el cual se definen los lineamientos para la gestión integral de los residuos sólidos del Municipio.
- En el año 2009, la empresa de servicios públicos del municipio elaboró el Diagnostico Ambiental de Alternativas, orientado por los términos de referencia establecidos por Corpoamazonia, primer paso para el otorgamiento de la respectiva licencia.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un Estudio de Impacto Ambiental que permita describir, Identificar, Diseñar, interpretar y evaluar las interacciones de las actividades de construcción, del relleno sanitario para la disposición

final de los residuos sólidos para el municipio de San Vicente del Caguán – Caquetá con el entorno ambiental existente, para obtener una predicción real de las consecuencias ambientales que puedan ser ocasionadas al mismo, por la ejecución del proyecto.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir, caracterizar y analizar los medios físico, biótico y social, en el cual se pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad.
- Identificar, dimensionar y evaluar los impactos y riesgos ambientales que serán producidos por el proyecto.
- Identificar las deficiencias de información que generen incertidumbre en la estimación, el dimensionamiento o evaluación de los impactos.
- Diseñar las medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación a fin de garantizar la óptima gestión ambiental del proyecto.
- Consultar los planes gubernamentales y privados a nivel nacional, regional o local que existan en el área de influencia, a fin de evaluar su compatibilidad con el desarrollo del proyecto.
- Evaluar y comparar el desempeño ambiental previsto por el proyecto, con respecto a los estándares de calidad, establecidos en las normas ambientales nacionales vigentes, y su compatibilidad con los tratados y convenios internacionales ratificados por Colombia en la materia.
- Diseñar los sistemas de seguimiento y control ambiental, que permitan evaluar el comportamiento, eficiencia y eficacia del Plan de Manejo Ambiental, en las etapas de construcción del proyecto.

3. METODOLOGÍA

La información necesaria para la formulación del Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental se logra obtener partiendo de información primaria y secundaria; la información primaria se adquiere a partir de consultas en el PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL del municipio de San Vicente del Caguán Caquetá, el Plan de Manejo Ambiental, el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la entidad territorial mencionada, GUÍA AMBIENTAL PARA RELLENOS SANITARIOS del MAVDT [2] y bibliografía relacionada con el tema, de igual manera la información Secundaria para cada uno de los componentes de la investigación se realizó por profesionales idóneos en cada área de dicha investigación, así para el estudio de suelos, de aguas, de estructuras, gases, componente biótico, componente sociocultural y el componente ambiental [34]. Cada componente ambiental fue evaluado local y regionalmente buscando los posibles impactos en cada uno de ellos directa e indirectamente.

Cada disciplina del proyecto apoyado en resultados de laboratorios, fotografías satelitales, planos del Instituto Agustín Codazzi y otras informaciones secundarias; sometieron según cada caso a diferentes modelos de evaluación, análisis y procesamiento estos resultados para contribuir objetiva y técnicamente a la formulación de dicho plan.

El reconocimiento de la finca EL DIVISO, como área potencial para el proyecto fue fundamental para identificar y estimar la probabilidad de algunos impactos potenciales, así como definir las áreas de influencia y diseñar el alcance de trabajo para el EIA. Para este trabajo se contó con personal de la región y con la ayuda de la comunidad de la vereda Las Ceibas.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A continuación se describe en forma detallada las etapas de construcción del relleno sanitario El Diviso del municipio de San Vicente del Caguán.

4.1 UBICACIÓN Y VIAS DE ACCESO

La finca EL DIVISO, predio donde se desarrollara el proyecto (ver tabla 1), se encuentra ubicada en la vereda Las Ceibas, de la jurisdicción del Municipio de San Vicente del Caguán sus linderos son: por el Oeste colinda con predios de MIGUEL LIZCANO, en una extensión de 658 m carretera al medio punto

1 al 43, por el Este colinda con predios de ARTURO REYES, en una extensión de 559 m del punto 43 al 35, por el Sur colinda con predios de JULIO REYES, en una extensión de 772 m, camino al medio en extensión de 779 m, del punto 18 al 1.452 y del 35 al 1.452 y encierra, su área es de 31 hectáreas con 8.750 m², a 18 Km casco urbano del municipio de San Vicente del Caguán, vía Puerto Rico Caquetá (la totalidad de Kilómetros pavimentados de la vía nacional y aproximadamente unos 700m sin pavimentar de una vía terciario vía Vereda Sotará); con las coordenadas geográficas al Este 0911155; Norte 0718001; a.s.n.m. 324 m.

El área que encierra el polígono es de 66.530 m² = 6,7 ha

Tabla 1. Coordenadas planas cartesianas del polígono

Punto	X	Y
1	911.062,562	718.163,154
2	911.136,562	718.130,736
3	911.224,898	718.074,069
4	911.295,031	718.014,500
5	911.300,373	717.910,212
6	911.195,081	717.958,613
7	911.163,544	717.945,322
8	911.149,641	717.925,243
9	911.137,248	717.867,544
10	911.100,005	717.833,905
11	911.057,844	717.860,286
12	910.992,048	717.858,900
13	911.020,720	717.928,217
14	911.013,145	717.986,760
15	910.976,874	718.017,926
16	910.915,633	718.034,782
17	910.941,163	718.071,329
18	911.015,384	718.132,840

Es de importancia anotar, que este predio está identificado por el PBOT. Para el sitio de disposición final de residuos sólidos del municipio, mediante la tecnología de relleno sanitario.

4.2. CONSTRUCCIÓN

4.2.1 Construcción de celdas

La construcción de las diferentes celdas que componen el relleno sanitario se llevara a cabo dependiendo de la terminación de la vida útil de cada una de ellas [26]; a continuación se relaciona el orden de construcción de las celdas:

Tabla 2. Orden de construcción de las celdas

Celda	Volumen Excavación (m3)	Método
1	6021	Trinchera y área
2	5662	Trinchera y área
3	5662	Trinchera y área
4	5944	Trinchera y área
5	3181	Trinchera y área
6	2124	Trinchera y área
7	0	Área Tipo terraza
8	0	Área Tipo terraza

La celda número 1 cuenta con unas dimensiones promedio de 12,7m x 115m x 4,5m de profundidad y actualmente se encuentra construida con un contenido de residuos sólidos aproximado al 15% de la capacidad total de la celda, esta celda se habilitara técnicamente, para lo cual se impermeabilizara nuevamente, se adecuaran los filtros de lixiviados y las chimeneas para el manejo de gases acorde a

lo dispuesto en el TITULO F.6.4.5.1 de la RAS 2000. De igual manera se tiene previsto adecuar el sistema automático de recirculación de lixiviados con su respectiva piscina para contingencias.

La celda número 2 se construirá con unas dimensiones promedio de 110m x 12,5m x 4,0m, para lo cual se excavara con maquinaria pesada en un volumen total de 5662 m³, las características de dicha celda estarán sujetas al TITULO F.6.4.5.1 de la RAS 2000. Una vez excavada la celda, se harán los canales (donde h = 0,35m. y a = 0,35m) internos en forma de espina de pescado, por donde irán las tuberías de PVC de 4" (la cual estará perforada cada 0,15 m con orificios de 1", para evitar taponamientos); sobre la superficie del fondo del relleno, se colocara capa de material impermeable (Polietileno Calibre 6) y sintética (Geomembrana NT 2000 no tejida), conservando la pendiente mínimo del 3% en el sentido longitudinal y las cotas establecidas por las curvas de nivel. (Ver diseño).

La impermeabilización de las celdas, se realiza con Geomembrana NT 2000 no tejida y Polietileno calibre 6, la base de la trinchera está conformada por arcilla con una conductividad hidráulica menor a 1×10^{-7} . A pesar de que la conductividad hidráulica está dentro del rango permitido (título F.6.2.3), el título F.6.4.3 sistemas de impermeabilización indican que para el nivel medio alto, el cual corresponde al municipio de San Vicente, debe utilizar geomembrana [20].

En el sector de los filtros donde estará ubicada las tuberías de drenaje de lixiviados, se dispondrá de material granular con diámetro entre 3–5cm. conformando una canal junto con la tubería, conservando la pendiente del 3% en el sentido longitudinal (dirección del drenaje principal) y las cotas dadas por la topografía. Esta capa de grava tiene la función de permitir el flujo de lixiviados hacia la zona de filtros.

Sobre este sistema de protección se procederá a extendido de una capa de piedra de 2 centímetros de diámetro, con un espesor mínimo de 0.15m. Conservando la pendiente de la conformación de la base del relleno. Sobre la conformación anterior, se dispondrá una capa granular (arena) que servirá de filtro para los lixiviados. Sobre esta capa se colocará los residuos sólidos y sobre este lecho podrán fluir fácilmente los lixiviados generados en el proceso de biodegradación. [21]

Una vez terminado el sistema de filtros para la evacuación de lixiviados y la barrera de impermeabilización del fondo del relleno, se procederá a la localización de los puntos donde se construirán las chimeneas para gases. El drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación en piedra y tubería perforada de PVC de 4" cada 10 cm revestida en piedra, que funcionará a manera de chimenea, las cuales atraviesan en sentido vertical toda la celda desde el fondo hasta la superficie.

Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que se avanza en el relleno, procurando siempre una buena compactación a su alrededor, las cuales estarán cada 20 m. aproximadamente dependiendo del largor de la celda y con un diámetro de 0,50m cada una. (Ver diseño).

Los filtros perimetrales se construyen a lo largo de ambos costados de la celda con profundidad de 0,50m y ancho de 0,65m, área que debe estar impermeabilizada con Polietileno calibre 6 y Geomembrana NT 2000, se colocara un colchón de arena, tubería PVC de 6" perforada cada 0,15m con orificios de 1 pulgada, gravilla ¼ de pulgada y piedra de tamaño regular aprox. 10 cm de diámetro.

La construcción de las celdas número 3, 4, 5 y 6 se realiza consecutivamente de igual forma que la celda número 2, anteriormente expuesta teniendo en cuenta que las vías internas construidas para las primeras celdas posteriormente podrán ser utilizadas como área de excavación para futuras celdas.

4.2.2 Chimeneas para la Extracción de Gases

Una vez se haya terminado la construcción del sistema de filtro para la evacuación de lixiviados y la barrera de impermeabilización del fondo del relleno se procederá a la localización y replanteo de los puntos donde se construirá las chimeneas para gases. El drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación en piedra o tubería perforada de concreto o PVC, revestidas en piedra, que funcionará a manera de chimeneas, las cuales atraviesan en sentido vertical todo el relleno desde el fondo hasta la superficie.

Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno, procurando siempre una buena compactación a su alrededor; se recomienda instalarlas cada 20 o 50m, con un diámetro entre 0,30 y 0,50m de cada una, de acuerdo a los planos de diseño.

Una vez localizado el punto donde se construirá la chimenea se retirará la capa de grava que se tiene sobre el filtro de lixiviados con el fin de permitir una mayor comunicación entre el filtro y la chimenea, pues se recomienda interconectar los drenes, a fin de lograr una mayor eficiencia en el drenaje de líquidos y gases en el relleno sanitario.

Sobre el área despejada del filtro se debe adelantar la armada del gavión y la colocación de una tubería de PVC sanitaria con perforaciones de ½" de diámetro cada 0,10m.

Una vez colocada la tubería se debe llenar el gavión con gravilla o material triturado, cuidando de no causar daño a la tubería instalado, el tamaño mínimo del material debe ser de 10cm.

4.2.3 Pozos de inspección de calidad de las aguas subterráneas

La evacuación de la calidad de las aguas subterráneas se realizara mediante la construcción de pozos de inspección localizados en la periferia del relleno.

Para la perforación se puede utilizar como equipo un barreno helicoidal tipo Auger, el cual deberá tener la opción de barreno sólido y de eje hueco. Se debe dar preferencia a equipo con barreno de eje hueco de diámetro no inferior a 7,6 cm (3").

Los barrenos helicoidales tipo Auger son apropiados para perforar el material no consolidado y moderadamente consolidado, finamente gradado (partículas tipo arena y menores). Adicionalmente, debido a que no se utilizan fluidos de perforación se reduce la posibilidad de introducir contaminantes al agua subterráneos.

Los pozos se completarán en la tabla de agua decidiendo en el campo y durante la construcción la profundidad definitiva dependiendo de las condiciones que se encuentren durante la perforación y los estudios geofísicos adelantados para el proyecto.

4.2.4 Vías y Drenaje Pluvial Internos

Durante la construcción del relleno sanitario, se debe conformar cuidadosamente los caminos de acceso interno dentro del recinto del relleno, ya que por el permanente desplazamiento de estas rutas, aumenta la posibilidad de originar serios trastornos en épocas lluviosas.

Para entregar los residuos en el frente de trabajo, se acepta como vía interna una pequeña carretera con ancho suficiente para circulación en un sentido de los vehículos, en afirmado simple y con sus drenajes, estas deben mantenerse en buenas condiciones durante todo el año. La pendiente máxima podrá ser de 7 a 10%, según el estado de los vehículos y si remontan la pendiente cargados o vacíos. Si la frecuencia del transporte los residuos es significativa (de acuerdo con el nivel de complejidad), debe contemplarse la posibilidad de una vía de circulación en doble sentido.

4.2.5 Cerco Perimetral

Se debe construir una cerca perimetral para darle seguridad y disciplina a la obra. Es importante también para impedir el libre acceso a personas y animales al interior del relleno, dado que aquel no solo entorpece la operación, si no que destruye las celdas especialmente, cuando se retira al fin de la jornada diaria. Estos se construirán en toda la periferia del área de influencia del proyecto en esta tilladura ecológica y cerca eléctrica.

4.2.6 Caseta

La construcción de una caseta es importante para ser usada como: lugar para guardar las herramientas, cambio de ropa (antes y después del trabajo), instalaciones sanitarias, cocineta para calentar alimentos en una hornilla y resguardo de los trabajadores en caso de una fuerte lluvia.

4.2.7 Instalaciones y servicios Públicos

El sitio debe constar con instalaciones mínimas que aseguren la comodidad y bienestar de los trabajadores. Para conseguir lo anterior, se debe llevar agua al relleno para los servicios sanitarios; en periodos secos, es aconsejable esparcir un poco de agua sobre la superficie del relleno con ayuda de una manguera, para obtener una mayor compactación y evitar la presencia de polvo, por lo cual es vital la disponibilidad de desagües en el relleno. Se debe disponer igualmente de teléfonos y de fluido eléctrico en el relleno sanitario [23] [24].

4.2.8 Patio de Maquinas

Es conveniente preparar una zona de aproximadamente de 200m² (10m x 20m) para el parqueo y mantenimiento de la maquinaria de operación del relleno sanitario.

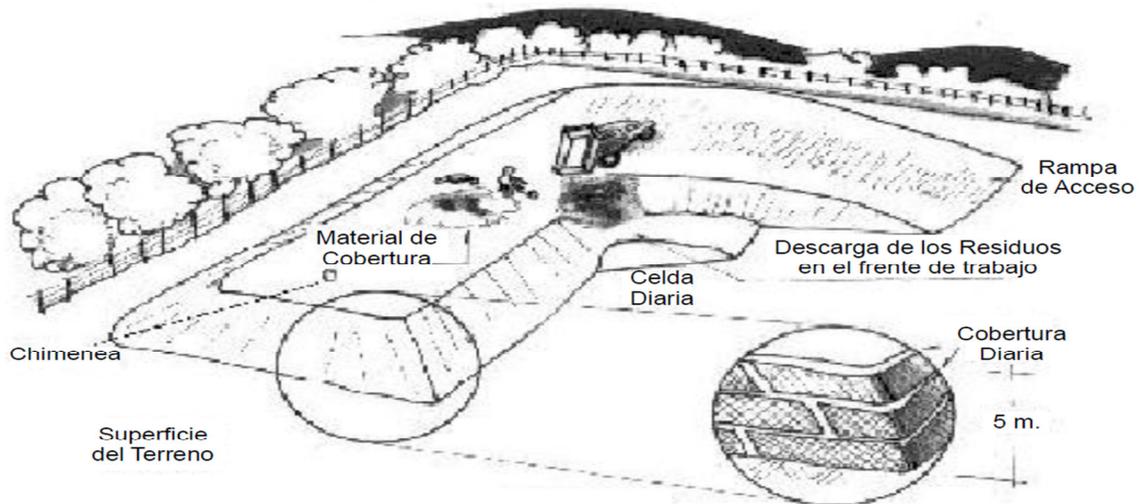
La celda número 7 y 8, se construirán siguiendo las directrices del método de área expuesto a continuación:

4.2.9 Método de Área

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

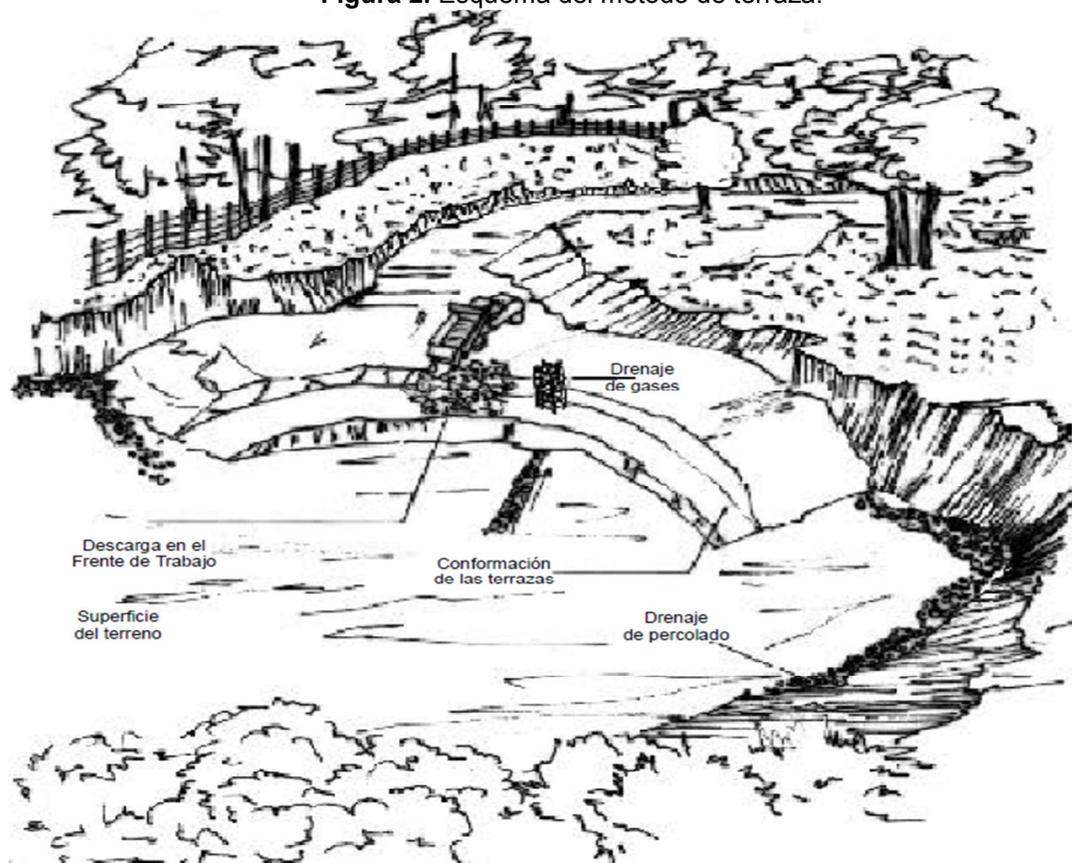
Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

Figura 1. Esquema del método de área.



El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno; es decir, la basura se descarga en la base del talud, se extiende y apisona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra. Se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 18,4 a 26,5 grados en el talud; es decir, la relación vertical/horizontal de 1:3 a 1:2, respectivamente, y de 1 a 2 grados en la superficie, o sea, de 2 a 3,5%.

Figura 2. Esquema del método de terraza.



4.3 DIMENSIONES

Las dimensiones de las celdas se definen técnicamente acorde a la disponibilidad de espacio, las condiciones topográficas y geológicas de los suelos predominantes en el predio El Diviso. A continuación se describen las diferentes dimensiones de cada una de las ocho (8) celdas diseñadas para el proyecto:

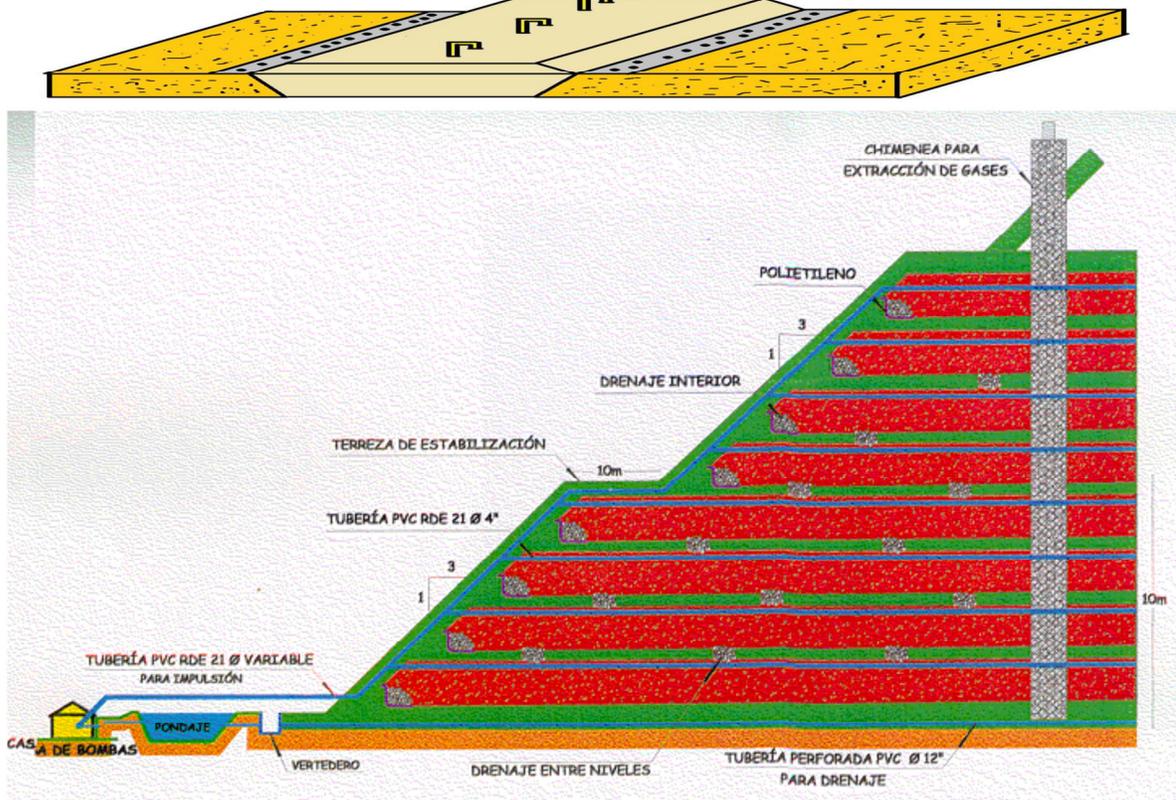
Tabla 3. Dimensiones de las celdas para la disposición final de residuos.

Celda	Altura Promedio (m)		Ancho Promedio (m)		Longitud (m)		Volumen Excavación (m3)		Volumen Total Excavación (m3)	Dimensiones Área Superior			Volumen Superior (m3)	Capacidad Total de la Celda (ton)	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2		Alto (m)	Ancho Prom (m)	Largo (m)			
	1	2,7	4,5	12,7	12,7	25	90	857		5164	6021	2			12,7
2	2,4	4,5	12,5	12,5	20	90	600	5062	5662	2	12,5	110	2750	8412	
3	2,4	4,5	12,5	12,5	20	90	600	5062	5662	2	12,5	110	2750	8412	
4	2,4	4,5	12,5	12,5	20	95	600	5344	5944	2	12,5	115	2875	8819	
5	1,8	3,5	12,5	12,5	15	65	337	2844	3181	2	12,5	80	2000	5181	
6	1,8	3,5	13,5	13,5	12	39	292	1833	2124	2	13,5	50,8	1371	3496	
7*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	79090
8*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	62671

- Las celdas 7 y 8 se construirán y manejarán mediante el método área tipo terraza por lo cual sus dimensiones son irregulares.

Se plantea una vez completada la disposición al nivel de excavación, ampliar la capacidad de las celdas mediante la elevación de los residuos en forma trapezoidal entre dos y tres metros, de tal manera que permita una adecuada compactación y el correcto manejo de los lixiviados a través de los filtros perimetrales.

Figura 5. Modelo final de disposición en la celda.



Se estima un tiempo de vida útil del polígono a licenciar de aproximadamente veinticinco (25) años, teniendo en cuenta el crecimiento poblacional y la producción per cápita por habitante. Este periodo puede variar teniendo en cuenta las técnicas de distribución y compactación de los residuos sólidos en el interior de la celda lo que podría aumentar o disminuir su tiempo de vida útil.

4.4 IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN BÁSICA DE LOS INSUMOS

A continuación se describen los materiales, insumos y maquinaria necesarios en la ejecución del proyecto dependiendo para la etapa de construcción; de igual manera el personal requerido.

4.4.1 Insumos

- Gravilla
- Arena
- Material de relleno
- Arena lavada
- Cemento
- Zinc
- Bloques
- Carpintería metálica
- Alambre liso para cerca eléctrica
- Estantillos de Plástico
- Geotextil NT 2000 no tejida
- Geomembrana (polietileno calibre 6)
- Tubería PVC 4"

4.4.2 Personal

- Gerente del proyecto
- Operador del buldócer
- Operario del relleno
- Ingeniero ambiental

4.5 COSTOS ESTIMADOS

A continuación se detallan los costos estimados para la construcción de cada una de las seis (6) celdas proyectadas con sus respectivos filtros perimetrales:

Tabla 4. Resumen de los costos de construcción del relleno sanitario

No. CELDA	CELDA	FILTROS	TOTAL
1	\$ 149.708.004,42		\$ 149.708.004,42
2	\$	\$	\$ 178.935.803,18
3	\$	\$	\$ 178.935.803,18
4	\$	\$	\$ 186.018.814,79
5	\$	\$	\$ 110.918.411,71
6	\$	\$	74.327.397,56
7	\$ 131.661.107,01		131.661.107,01
8	\$ 115.732.632,39		\$ 115.732.632,39
TOTAL			\$ 1.126.237.974

5. EVALUACION AMBIENTAL

5.1. RIESGOS INHERENTE A LA TECNOLOGIA A UTILIZAR [35].

5.1.1 DERRUMBE

Al realizar la excavación con buldócer, al acumular el material extraído de la celda y no realizar el manejo de las pendientes seguras se puede presentar derrumbes al saturarse el suelo antes excavado. De igual manera, si los talud no se manejan en la relación H:V las paredes de la celda podrían de igual manera derrumbarse.

5.1.2 EXPLOSIÓN

Se podrían presentar explosiones al no instalar la tubería indicada con sus respectivas perforaciones o que por un mal manejo de las celdas se obstruyan y la metanogénesis sea progresiva y cause con cualquier chispa explosión e incendios.

5.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Para el estudio de impacto ambiental, en el que se identifican y evalúan todos y cada uno de los posibles impactos, se convierte en una herramienta que permite visualizar claramente los puntos neurálgicos que afectaran directa o indirectamente el medio ambiente o por el contrario identificar y potencializar aquellos impactos que favorecen la sociedad y el medio ambiente regional y local.

Luego se procede a la valoración de los impactos, de acuerdo a criterios establecidos para determinar el carácter del impacto. La evaluación ambiental será la herramienta que nos permitirá determinar las acciones o medidas a implementar en el Plan de Manejo Ambiental [19].

A continuación se presentará los impactos sobre el medio ambiente para la ejecución del proyecto de construcción del relleno sanitario para el municipio de San Vicente del Caguán Caquetá.

5.2.1 Clasificación De Impactos

Tabla 5. Escala de valorización del impacto.

Mínimo	Moderado	Significativo	Severo	Mínimo	Moderado	Significativo	Severo
-1	-2	-3	-4	1	2	3	4

Tabla 6. Clasificación de Impactos Relleno Sanitario El Diviso.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL DIVISO	ESCALA DE VALORIZACIÓN DEL IMPACTO							
	Impactos Positivos				Impactos Negativos			
	1	2	3	4	-1	-2	-3	-4
A. IMPACTOS ECOLÓGICOS								
1. RECURSO SUELO								
Alteración de la calidad del suelo						x		
Alteración de la estabilidad del terreno.						x		
Destrucción de la capa vegetal.						x		
Cambios en las formas del terreno.						x		
Afectación en el suministro de nutrientes para la sustentación de la Flora y Fauna.						x		
Formación de problemas de erosión.						x		
Altera sustancialmente los usos actuales o previstos del suelo.					x			
Provoca un impacto sobre un elemento de los sistemas de Parques Nacionales Refugios Nacionales de la Vida Salvaje, Santuarios, Ríos Paisajísticos, Bosques Nacionales, otros.					x			
Aumenta la intensidad del uso de algún recurso natural.					x			
Destruye algún recurso no renovable.					x			
Contaminación del suelo por derrame de sustancias peligrosas.						x		
2. RECURSO AIRE								
Alteración de los niveles de ruido respecto a los estándares de la Normatividad Ambiental Vigente.					x			
Alteración de movimientos del viento, humedad o temperatura del interior de las instalaciones.						x		
Alteración de movimientos del viento, humedad o temperatura en el Medio Ambiente.					x			
Generación de olores desagradables.							x	
Afectación de cultivos por la utilización y/o generación de emisiones aéreas contaminantes.					x			
Genera efecto de contaminación atmosférica sobre la copa de los árboles.					x			
Exposición de la gente y/o animales a ruidos elevados.					x			
El nivel de ruido afecta el anidamiento de las aves.					x			
3. RECURSO AGUA								
Alteraciones de la calidad del agua respecto a la Normatividad Ambiental Vigente.						x		
Alteraciones de los caudales de cuerpos de aguas.					x			
Cambios en el cauce de los cuerpos de agua.					x			
Represamiento o modificaciones de algún cuerpo de agua.					x			
Afecta la estabilidad de la temperatura del agua.					x			
Reducción del volumen de agua					x			
Cambios en la velocidad del agua.					x			
Contaminación de las reservas públicas de agua.					x			
Riesgo de exposición de personas o bienes a peligros asociados al agua tales como las inundaciones.					x			
Erosión en los bancos de los ríos.					x			
Contaminación del agua por derrame de sustancias peligrosas.							x	
Contaminación del agua por disposición final de sustancias peligrosas.					x			
Contaminación del agua por disposición final de residuos sólidos.						x		
Alteraciones de la dirección o volumen del flujo de aguas subterráneas.					x			
Alteraciones de la calidad del agua subterránea.						x		
Afecta los ecosistemas acuáticos.					x			
Genera eutrofización de los cuerpos de agua.					x			

IMPACTOS AMBIENTALES DEL DIVISO	ESCALA DE VALORIZACIÓN DEL IMPACTO							
	Impactos Positivos				Impactos Negativos			
	1	2	3	4	-1	-2	-3	-4
B. IMPACTOS SOCIALES								
4. COMPONENTE SOCIAL								
Alteración de la ubicación de la población humana en el área.					x			
Modificación de la distribución de la población humana en el área.					x			
Generación de tendencias migratorias de la población.					x			
Alteración del crecimiento de la población.					x			
Generación de decrecimiento en la población.					x			
Cambios en los tipos de vivienda.					x			
Cambios en los niveles de ocupación.	x							
Incidencia permanente del proyecto en la población del área de influencia.			x					
Alteraciones de la demanda de servicios sociales y de salud.		x						
Crea algún riesgo real o potencial para la salud.			x					
Expone a la gente a riesgos potenciales para la salud.					x			
Afecta la disponibilidad de los servicios públicos básicos.		x						
Alteraciones de la demanda de recursos educativos.	x							
Contradicción respecto a los planes u objetivos Ambientales que se han adoptados a nivel local.				x				
Resistencia de la población hacia el proyecto.			x					
Cambios de actitud y estilo de vida.			x					
Disolución de grupos comunitarios organizados.				x				
5. COMPONENTE ECONOMICO								
Alteración de los patrones económicos del área de influencia del proyecto.		x						
Crecimiento de las actividades económicas.	x							
Alteración de los patrones económicos.	x							
Crecimiento en los niveles de empleo.		x						
Crecimiento de los niveles de ingresos.		x						
Aumento del valor de la tierra.					x			
Alteraciones de la demanda de los sistemas de transporte.	x							
Un movimiento adicional de vehículos.					x			
Alteraciones sobre las pautas actuales de circulación.	x							
Alteraciones sobre las pautas actuales de movimiento de gente y/o bienes.					x			
Un aumento en los riesgos del tráfico para vehículos motorizados, bicicletas o peatones.					x			
Implica el riesgo de explosión o escape de sustancias potencialmente peligrosas incluyendo, petróleo, pesticidas, productos químicos, o sustancias tóxicas.					x			
Crecimiento del turismo y del potencial recreativo.					x			
6. COMPONENTE CULTURAL								
Cambia una vista escénica o un panorama abierto al público.					x			
Crea una ubicación estéticamente ofensiva a la vista del público.					x			
Cambia significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo.					x			
Altera sitios, construcciones, objetos o edificios de interés arqueológicos, culturales o históricos.					x			
Alteración de áreas de especial interés.					x			

5.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación se incluye una descripción breve de los posibles impactos potenciales ambientales durante la construcción del relleno sanitario EL DIVISO.

Tabla No.7 Impactos ambientales y Medidas de Mitigación

Actividad	Impacto	Medida de Mitigación
Remoción de la capa del suelo	Contaminación del aire por el polvo fugitivo	Humedecer la tierra previamente al trabajo de corte. Colocar cubiertas al material de relleno producto de las excavaciones.
Preparación de los taludes y lecho del suelo de las trincheras.	Alteración ligera de la topografía local. Contaminación del aire por el polvo fugitivo. Emisiones de gases escape y ruido por los vehículos pesados.	Para minimizar las emisiones de escape de los vehículos pesados (especialmente CO y hollín), deberá exigirse al contratista del uso de unidades en buen estado de funcionamiento y mantenimiento. Los vehículos pesados deberán contar con silenciadores para reducir la emisión de ruido al entorno.
Obras de infraestructura y civiles.	Trabajadores expuestos a posibles accidentes. Exposición a polvos, cortes, golpes y contusiones, accidentes fatales.	Uso obligatorio de respiradores con filtros de polvo, protectores auriculares y anteojos de protección ocular, además del uso de casco y zapatos de trabajo. Señalización y aislamiento de las áreas de trabajo. Tener presente el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en actividades Minera.
Producción de residuos.	Producción de 75,06 m de residuos sólidos. En caso de no ser adecuadamente dispuestos pueden ocasionar impactos negativos. Residuos tales como: * Restos de pinturas y solventes. * Latas de productos químicos.	En el almacenamiento: se usarán cilindros con tapa y containers para facilitar el recojo de los residuos acopiados. Los residuos sólidos deberán ser dispuestos en el mismo relleno sanitario manual una vez habilitada la primera trinchera. La tierra y desmonte pueden ser usados para cubrir otras áreas del Relleno.
Efectos sobre el paisaje.	Disminución baja del valor paisajístico.	Las zonas afectadas por los cortes de suelo y los rellenos de taludes durante la etapa de habilitación deberán ser restablecidas a la forma natural del terreno y la topografía en la medida de lo posible. Mantener las pendientes, quebradas y ondulaciones naturales del terreno, en forma similar a la topografía adyacente.
Contratación de máquinas, personal y servicios.	Causaría un impacto positivo en el aspecto socio económico, ya que daría empleo directo a unas 17 personas.	No se considera ninguna medida por tener impacto positivo.

Tabla No.8 Evaluación de Impactos Matriz de Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD RELLENO SANITARIO EL DIVISO			ACTIVIDADES EN LA CONSTRUCCIÓN					SUMATORIA IMPACTOS POSITIVOS	SUMATORIA IMPACTOS NEGATIVOS		
			1. Remoción de la capa superficial del suelo	2. Preparación de Taludes y lecho de suelo de las trincheras	3. Obras de Infraestructura y civiles	4. Producción de residuos	5. Contratación de Maquinaria, personal y servicios				
FACTORES SOCIO - AMBIENTALES	CATEGORIA		ATRIBUTO								
	FISCOQUIMICOS	SUELO	Calidad del suelo		-3		-2			-15	
			Cambio de Uso		-1					-1	
			Estabilidad del Suelo	-1	-2						-3
		ATMOSFERA	Material Particulado	-5	-3					0	-24
			Nivel de ruido	-3	-3					0	-18
			Gases y Gases de Combustión.	-1	-1			-1			-3
	BIOLÓGICOS	FLORA	Remoción de Cobertura Vegetal.	-1					0	-1	
		FAUNA	Ahuyentamiento de Especies.	-1					0	-1	
	CULTURALES	ESTETICA	Vistas escénicas y panorámicas.	-2					0	-2	
		SOCIAL	Seguridad Laboral.	-4	-3	-3			0	-20	
			Salud Poblacional y Laboral.			2	2			4	
		ECONÓMICO	Generación de Empleo.	2	2	3	3	3	3	30	
			Mejora de Calidad de Vida.	2				3	3	13	
	Aumento de Actividad Comercial		1			2	4	3	17		
SUMATORIA IMPACTOS POSITIVOS			9	6	13	4	30	62			
SUMATORIA IMPACTOS NEGATIVOS			-38	-53	-12	-10	-1		-114		

En la etapa de construcción del relleno sanitario EL DIVISO del municipio San Vicente del Caguán los impactos negativos afectan la calidad del aire, esto debido a la generación de partículas en el movimiento de tierras en la habilitación de trincheras y plataformas; la salud y seguridad de las personas se verían afectadas en el caso que no se siguieran las normas de seguridad indicadas. Por otro lado hay un importante impacto positivo debido a la generación de empleo debido a la ejecución de obras. En esta etapa los impactos negativos son mayores que los positivos, debido a que las actividades del proyecto podrían impactar un mayor número de factores ambientales, mientras que los impactos positivos se ven reflejados en un incremento en la oferta de empleo.

5.4 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

El Departamento de Gestión Ambiental de la Empresa de Servicios Públicos del Municipio de San Vicente del Caguán Caquetá, realizará evaluaciones periódicas que permitan determinar el avance en la implementación del Plan de Manejo Ambiental formulado.

Para medir y verificar la eficiencia de las Medidas de Manejo Ambiental (MMA), previstas en el Plan de Manejo Ambiental, el responsable contará con programas de monitoreo y de control y seguimiento. Se realizará entre otros, monitoreo de vertimiento de aguas residuales industriales generadas por los lixiviados y seguimiento a indicadores ambientales y al componente social.

5.4.1. Marco legal del plan de contingencias

En relación con la necesidad de elaborar y poner en práctica los Planes de Contingencia, PDC, existe una amplia legislación sobre la cual se ofrece a continuación una síntesis:

Constitución política de 1991

- **Artículo 8:** Es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación.
- **79 Inciso II:** Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la capacitación para el logro de estos fines.

Ley 99 de 1993[7]

- **Artículo 1 inciso 9:** La prevención de desastres es de interés colectivo. Las medidas para evitar o mitigar los efectos de la ocurrencia de un desastre serán de obligatorio cumplimiento.

Código Nacional de Recurso Naturales (Decreto 2811 de 1974)

- **Título VIII, Artículo 31:** En accidentes que causen deterioros ambientales o hechos ambientales que constituyen peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro.

Código Sanitario Nacional, Ley 09 de 1979 [28]

- **Título VIII, Artículo 491:** Plantea la necesidad de definir normas para prestar asistencia durante la ocurrencia de un desastre y prevenir y controlar los efectos causados por un desastre.
- **Título VIII, Artículos 496 al 498:** Se refiere a las medidas preventivas como resultado de un análisis de vulnerabilidad y su aplicación para evitar desastres.
- **Título VIII, Artículo 500-502:** Hace mención a la elaboración del plan de contingencia a partir de los análisis de vulnerabilidad y a la coordinación de programas de capacitación.

Decreto 1594 de 1984

- **Artículo 93:** El Ministerio del Medio Ambiente o las CAR's, coordinarán los procedimientos para controlar los vertimientos accidentales de sustancias nocivas en cuerpos de agua que originen situaciones de emergencia.

Decreto 919 de 1989: Prevención de desastres.

- Reglamenta el sistema nacional de prevención de desastres.
- Codifica integralmente las normas nacionales sobre desastres.
- Define para las instituciones que componen el sistema, sus funciones y responsabilidades a nivel local, regional y nacional.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los impactos ambientales identificados y evaluados indican que las obras de preparación del sitio y construcción del relleno sanitario, afectarán de manera adversa pero poco significativa a los factores abióticos del medio principalmente, y estos se presentarán a corto plazo y largo, siendo todos ellos susceptibles de ser controlados mediante la aplicación de medidas de mitigación, sin embargo, los impactos beneficios tendrán un impacto global mayor en todos los indicadores evaluados.

Considerando las condiciones ambientales de la región y la preservación de los recursos naturales, como la necesidad de mantener en buenas condiciones la integridad de la cobertura final y los riesgos de los gases producidos; el relleno sanitario debe transformarse en un vivero que produzca diferentes especies de árboles como cacao, caucho y otras especies de interés que en su momento sean la necesidad del mercado o del medio natural.

Dicho proyecto contribuye en parte, a la solución de la problemática registrada respecto al manejo y disposición de los residuos sólidos municipales en el municipio de San Vicente del Caguán Caquetá. Así mismo, disminuirá los riesgos a la salud pública de los habitantes del municipio [31].

Por último, se concluye que el proyecto de construcción del relleno sanitario para el municipio de San Vicente del Caguán – Caquetá es ambientalmente viable; siempre que se respeten y cumplan las prescripciones técnicas contenidas en el Proyecto y las prescripciones ambientales que se plantean en el Plan de Manejo Ambiental.

BIBLIOGRAFIA

[1] COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política para la gestión Integral de Residuos Sólidos. Colombia, 1998.

[2] COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía Ambiental para Rellenos Sanitarios. Colombia, 2002.

[3] IDEAM. Marco político y normativo para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia. Santiago de Cali, 2005.

[4] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 4741 de 2005.

[5] IDEAM – Cinera – UNICEF, 2005. Marco político y Normativo para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en Colombia. p. 1-16.

[6] COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 1713 de 2002.

[7] REPÚBLICA DE COLOMBIA CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 99 de 1993.

[8] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 142 de 1994.

[9] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0477 de 2004.

[10] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 1045 de 2003.

- [11] SALCEDO, A. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS 2004 – 2019. Santiago de Cali, Colombia, 2004. p. 1-37.
- [12] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 2676 de 2000.
- [13] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Ley 632 de 2000.
- [14] COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Ley 689 de 2001.
- [15] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 2811 de 1974.
- [16] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 838 de 2005.
- [17] REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 3930 de 2010.
- [18] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS – ICONTEC. NTC – 14001:2004. Sistemas de Gestión Ambiental – Requisitos con orientación para su uso. p.12
- [19] CONESA FERNANDEZ, Vicente. Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental de 1995.
- [20] COLLAZOS PEÑALOZA, Héctor. Diseños y operación de rellenos sanitarios, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2005. 236 p. ISBN 958-8060-51-6.
- [21] ORDÓÑEZ ANTE, Carlos Andrés. Aspectos geotécnicos de rellenos sanitarios. Medellín: Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 2008. 95 p. ISBN 9789589882023.
- [22] COLLAZOS PEÑALOZA, Héctor. Residuos sólidos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1988. 192 p.
- [23] COLOMER MENDOZA, Francisco José. Tratamiento y gestión de residuos sólidos. México: Universidad Politécnica de Valencia: Limusa, 2007. 328 p. ISBN 9789681870362.
- [24] PINEDA M., Samuel Ignacio. Manejo y Disposición de residuos sólidos urbanos. Santafé de Bogotá: ACODAL, 1998.
- [25] COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Manejo Integral de Residuos Sólidos Municipales. Santafé de Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, Universidad de los Andes.
- [26] JARAMILLO PÉREZ, Jorge Alberto. Guía para el diseño, construcción y operación de un relleno sanitario manual, Medellín: Gobernación de Antioquia, 1988.
- [27] AVELLANEDA CUSARÍA, Alfonso. Gestión ambiental y planificación del desarrollo: El sujeto ambiental y los conflictos ecológicos distributivos, Bogotá : Ecoe Ediciones, 2007

- [28] ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Gestión de residuos sólidos en situación de desastre, Santafé de Bogotá, D. C.: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- [29] COLOMBIA. MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO. Guía metodológica para la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Urbano. Aplicable a ciudades. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1996.
- [30] LIPSCOMB JA, Goldman LR, Satin KP, Smith DF, Vance WA, Neutra RR. A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. *Environ Health Perspect* 94:15-24 (1991).
- [31] HERTZMAN C, Hayes M, Singer J, Highland J. Upper Ottawa street landfill site health study. *Environ Health Perspect* 75:173-195 (1987).
- [32] BAKER D, Greenland S, Mendlein J, Harmon P. A Health study of two communities near the Stringfellow waste disposal site. *Arch Environ Health* 43:325-334 (1988).
- [33] TCHOBANOGLIOUS, G; Theisen H;Vigil Ss. Gestión integral de residuos sólidos. Vol. I-II. McGrawHill. Madrid, 1994.
- [34] BURKE, Gwendolyn. Handbook of environmental management and technology, New York : Wiley, 2000.
- [35] RUSHTON L and Elliott P. Evaluating evidence on environmental health risks. *British Medical Bulletin* 2003;68: 113?128.
- [36] LAGREGA M.; Buckingham P.; Evans J. Gestión de Residuos Tóxicos. Tratamiento, Eliminación y Recuperación de Suelos. McGrawHill, Madrid, 1996.
- [37] SCHEUTZ, C.; Mosbæk, H.; Kjeldsen,P. Bioremediation and Biodegradation. Attenuation of Methane and Volatile Organic Compounds in Landfill Soil Covers. Technical Reports. Technical University of Denmark, Environment & Resources. *Environ. Qual.* 33:61-71 (2004).
- [38] KRANTZ A., Tupper R. Hazardous Wastes Sites and Human Health. *Health Effects Review.* Volume 3 Issue 3 August 1999.
- [39] BRIGGS D. Environmental pollution and the global burden of disease. *British Medical Bulletin* 2003;68: 1
- [40] NEVERS De N. Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. McGrawHill. México, 1998.
- [41] SÁNCHEZ, C.,C. Evaluación de Índices de Exposición en el Estudio de Efectos a la Salud por Contaminantes Atmosféricos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Centro Nacional de Salud Ambiental, México 1998.
- [42] DRUMMOND M, Stoddart G, Torrance G. Métodos para la evaluación económica de programas de atención de la salud. Madrid: Díaz de Santos, 1991

[43] COLOMBIA. DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, AGRICULTURA Y PESCA. Origen y Clasificación de los residuos. Página consultada el 19 de Octubre de 2013.

http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4892/es/contenidos/informacion/residuos/es_991/clasificacion.html.

http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/htmlu/landgas.html

www.swpho.org.uk. Waste Management and Public Health: the State of the Evidence. Unit of Applied Epidemiology . South West Public Health Observatory, 2002.

[44] SÁNCHEZ, C.,C. Evaluación de Índices de Exposición en el Estudio de Efectos a la Salud por Contaminantes Atmosféricos del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Centro Nacional de Salud Ambiental, México 1998.

[45] TCHOBANOGLOUS; G.; Theisen, H.; Vigil, S.A. Gestión Integral de Residuos Sólidos. 1ª Edición, McGrawHill. Madrid.