

**APOYO Y ASISTENCIA TÉCNICA EN LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE
CONTINGENCIA PARA EL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE
MOCOA Y TRAMITE DE PERMISOS DE VERTIMIENTO PARA 3 PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL MUNICIPIO DE
VILLAGARZÓN PUTUMAYO.**

OSCAR ALFONSO ACOSTA AGREDO



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2014**

**APOYO Y ASISTENCIA TÉCNICA EN LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE
CONTINGENCIA PARA EL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE
MOCOA Y TRAMITE DE PERMISOS DE VERTIMIENTO PARA 3 PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL MUNICIPIO DE
VILLAGARZÓN PUTUMAYO.**

OSCAR ALFONSO ACOSTA AGREDO

**Informe final de pasantía presentado como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Ambiental**

**Director:
Ing. Napoleón Zambrano**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2014**

Nota de aceptación

Firma del director de pasantía

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, septiembre de 2014.

AGRADECIMIENTOS

A Jehová Dios Todopoderoso por ser mi creador, el motor de mi vida, por haberme dado la sabiduría y el entendimiento para poder llegar al final de mi carrera, y por proveerme de todo lo necesario para salir adelante.

A mi madrecita querida, Ana Beliza Agredo por sus grandes esfuerzos para apoyarme en todo lo que necesitara. A mi padre. Alfonso Acosta Burbano que a pesar de la distancia siempre estuvo atento e incondicional para tenderme la mano y ayudarme en lo que más podía, y mis hermanos María Lucila Acosta Agredo, Doris Eliza Acosta Agredo y Ernesto Jair Acosta Agredo, que gracias a ellos y toda mi familia pude hacer este sueño realidad.

A CIAM S.A.S por haberme dado la oportunidad de trabajar con ellos en estos importantes proyectos que dejaron en mi vida profesional un gran aprendizaje y sobre todo al Ingeniero Robinson Lemus por compartir sus conocimientos adquiridos de una larga experiencia profesional en los temas afines y su paciencia y dedicación para hacerlo.

Al Ingeniero Napoleón Zambrano por aceptarme para realizar este trabajo bajo su dirección. Su paciencia sus conocimientos y capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable en el desarrollo de este trabajo.

Y un agradecimiento especial a mi novia Diana Marcela Briceño Acero que me acompañó en estos dos últimos años y me ayudo con paciencia y amor a superar todas las dificultades que se han puesto en mi camino.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
JUSTIFICACIÓN	9
1 OBJETIVOS	10
1.1 OBJETIVO GENERAL	10
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
2 MARCO DE REFERENCIA	11
2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA “CONSULTORIA E INGENIERIA AMBIENTAL Y MINERA, CIAM S.A.S”	11
2.2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA PRESTADORA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS EN EL MUNICIPIO DE MOCOA (ESMOCOA SA ESP) 11	
2.2.1 VISIÓN	12
2.2.2 MISIÓN.....	12
2.3 GENERALIDADES DE LA ALCALDIA DE VILLAGARZÓN PUTUMAYO.....	12
2.3.1 MISIÓN.....	13
2.3.2 VISIÓN	13
3 METODOLOGÍA.....	14
CAPITULO I	14
FORMULACION DEL PLAN DE CONTINGENCIAS PARA EL RELLENO SANITARIO DE MOCOA PUTUMAYO.	14
3.1 PLAN DE CONTINGENCIA.	16
3.1.1 Objetivo general del Plan de Contingencias	17
3.1.2 Alcance del PDC.....	17
3.1.3 Metodología del PDC.....	18
3.1.4 Desarrollo del Análisis	18
3.1.5 Identificación de los componentes del servicio aseo	19
3.1.6 Identificación de Amenazas	19
3.1.7 CALIFICACIÓN DEL RIESGO.....	20
3.1.8 RECURSOS PARA LA ATENCIÓN DE CONTINGENCIAS	23
3.1.9 COMPONENTE ESTRATÉGICO	25
3.1.10 ESCENARIOS CONTINGENTES Y ALTERNATIVAS.....	25
3.1.11 Comité Operativo de Contingencias COC.	26
3.1.12 PLANES DE ACCIÓN PARA LOS ESCENARIOS IDENTIFICADOS	28
CAPITULO II	29
PERMISOS DE VERTIMIENTO	29
3.2 DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA SOLICITUD DE PERMISOS DE VERTIMIENTO SEGÚN EL DECRETO 3930 DE 2010 PARA UN PUNTO DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA VEREDA LA CASTELLANA.....	38
3.2.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO.....	39
Índices de contaminación.....	59
3.3 TRAMITE DEL PERMISO DE VERTIMIENTO.....	61

4	RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PASANTIA	63
5	ANALISIS DE RESULTADOS	64
6	CONCLUSIONES.....	65
7	RECOMENDACIONES	66
	ANEXOS	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Identificación de fenómenos amenazantes.	19
Tabla 2	Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Amenazantes.	20
Tabla 3	Calificación de Vulnerabilidad.	21
Tabla 4	Categorización del Riesgo.	21
Tabla 5	Riesgo por amenaza de sismos.	22
Tabla 6.	Representación de riesgo por amenaza (tabla resumen).	22
Tabla 7.	Niveles de Planeación	23
Tabla 8	Inventario de Equipos y contactos para la atención de emergencias.	24
Tabla 9.	Alternativas contingentes.	26
Tabla 10.	Comité Operativo.	27
Tabla 11.	Resumen de los datos de los tres puntos de las veredas intervenidas.	30
Tabla 12.	Resumen de información consignada en el documento final.	38
Tabla 13.	Localización georeferenciada del proyecto.	39
Tabla 14.	Criterios para Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA) y de la Significancia Ambiental (SA).	42
Tabla 15.	Categorías de Significancia según la Escala de Valores.	46
Tabla 16.	Indicadores de Impactos.	46
Tabla 17.	Escala de valoración para la caracterización de Impactos.	47
Tabla 18	Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales	49
Tabla 19	Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales de Vertimientos de Aguas Residuales Domésticas.	50
Tabla 20.	Criterios de calidad de agua de acuerdo con el decreto 1594 de 1984.	54
Tabla 21	Caudales para balance de masas.	55
Tabla 22.	Datos para el río El Alguacil.	56
Tabla 23.	Concentraciones aguas abajo de la zona de mezcla.	57
Tabla 24.	Datos para balance de masa de la DBO5 y los SST.	58
Tabla 25.	Resultados obtenidos del balance de masa de la DBO5 y los SST.	58
Tabla 26.	Índice de Contaminación ICOSUS.	59
Tabla 27.	Valores de referencia para clasificación de la contaminación.	60

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Relleno Sanitario	15
Imagen 2 Secuencia general del plan de atención a una emergencia.	28
Imagen 3 Esquema general para notificación de emergencias.	28
Imagen 4 Ubicación Geográfica de los Puntos de Vertimiento de las tres veredas.	32
Imagen 5. Veredas Visitadas	33
Imagen 6. Punto de vertimiento sobre el río el Alguacil.	34
Imagen 7 Corte transversal del río.	35
Imagen 8. Aforo sobre el río el Alguacil.	35
Imagen 9 Toma de Muestras de calidad de agua Vereda la Castellana, Río Alguacil.	36

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1 Sección transversal - punto de muestreo la castellana.....	36
Grafico 2. Oxígeno Disuelto en las fuentes receptoras.	37
Grafico 3. Comparación del comportamiento de la DBO5 y los SST con y sin tratamiento.	59

INTRODUCCIÓN

Los problemas ambientales en una ciudad, ya sea grande o pequeña, están relacionados con el sector de agua potable y saneamiento básico. Si bien todas las actividades antrópicas son de estricta necesidad para su supervivencia, estas generan unos efectos negativos al medio donde se desarrollan, alteran las condiciones normales del ambiente y rompen los vínculos que la naturaleza tiene por sí sola para mantenerse en equilibrio.

En Mocoa (Putumayo), una ciudad que no superan los 40.000 habitantes en su casco urbano, los problemas de contaminación ambiental más evidentes se dan por el mal manejo de los residuos sólidos, que principalmente son domiciliarios y de locales comerciales. En este municipio la autoridad ambiental (CORPOAMAZONIA) adelantó una serie de visitas a su relleno sanitario durante el año 2011, en las que se evidenciaron deficiencias en su operación y disposición final de los residuos sólidos, y se hicieron las respectivas recomendaciones encaminadas a mejorar las falencias, recomendaciones que se omitieron por parte de ESMOCOA SA E.S.P, empresa encargada de la prestación del servicio de aseo. En consecuencia, la autoridad ambiental se pronunció por medio de oficio AUTO DTP N 008 de 08-02-2012 Proceso Sancionatorio Ambiental y ordeno el cierre de manera indefinida del relleno sanitario, sin un sitio adecuado donde disponer residuos, el servicio dejó de prestarse por más de 8 días, llevando a la ciudad a una emergencia sanitaria; dentro de los requerimientos de estricto cumplimiento se encontraba la elaboración de un Plan de Contingencias.

Por otro lado, en el municipio de Villagarzón donde se están construyendo alcantarillados rurales en veredas donde se encuentran algunos centros poblados, por parte de la Administración Municipal, en busca de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y reducir el impacto ambiental que se está generando en la actualidad con el vertimiento de los residuos líquidos sin ningún tipo de control; entre las veredas que se beneficiaran con estos proyectos están: la Kofania , la Paz, y la Castellana; donde se construirán sistemas de alcantarillado así como sus respectivas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, las que requieren de los permisos de vertimiento que se van a tramitar ante la Corporación.

Con el requerimiento hecho por la autoridad ambiental, se plantea la formulación del Plan de Contingencia, enfocado en la operación y disposición final de los residuos sólidos y demás actividades que se deriven en el relleno sanitario de Mocoa Putumayo; además de ejecutar las actividades necesarias para la recolección de la información y generar la documentación necesaria, para la solicitud de los permisos de vertimiento de las plantas de Tratamiento de Aguas Residuales que se construirán en Villagarzón.

JUSTIFICACIÓN

El Municipio de Mocoa cuenta con una empresa (ESMOCOA SA E.S.P) encargada de la recolección y disposición final de los residuos sólidos, esta ha presentado muchos problemas en la parte operativa, específicamente en el sitio de disposición final (Relleno Sanitario), ocasionando problemas ambientales, además haciendo la revisión del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Plan de Manejo Ambiental, no se cuenta con un Plan de Contingencia donde se estipulen las actividades emergentes que se deben llevar a cabo en casos de emergencia y situaciones de anormalidad operativa. Por ello se requiere de manera urgente la formulación del Plan de Contingencia, que minimice los problemas y permita a su vez cumplir con los requerimientos hechos por la autoridad ambiental, para poder reabrir el relleno sanitario.

En cuanto a la contaminación hídrica; los cuerpos de agua que se están contaminando por causa de aguas residuales que se arrojan a las fuentes receptoras sin ningún tipo de tratamiento, la Administración del Municipio de Villagarzón viene ejecutando algunos proyectos encaminados a mitigar los efectos producidos por dichos vertimientos. Con la construcción de los alcantarillados rurales para las veredas, la Kofania, la Paz, y la Castellana, se mejora en gran medida, la calidad de vida de los habitantes del sector y se previene enfermedades ocasionadas por los vectores que proliferan en los focos contaminantes que existen actualmente.

Por todo lo anterior, es importante que los nuevos puntos de vertimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTARD), tengan sus respectivos permisos de vertimiento para su oportuno cumplimiento legal. Permisos que se plantea tramitar por medio de la empresa de Consultoría e Ingeniería Ambiental y Minera CIAM S.A.S y con la colaboración del pasante.

Una vez culminado con éxito el trabajo planteado, la experiencia profesional adquirida es substancial, dada la importancia que representan estas dos áreas que son: los Residuos Sólidos y las Aguas Residuales Municipales, además se hacen importantes aportes que permitirán presentar soluciones a las problemáticas ambientales que se puedan derivar en la operación del relleno sanitario; y de la puesta en marcha de las PTARD. Hay que resaltar que la empresa como el personal que se contrata en la misma son de la región, atendiendo a las políticas de responsabilidad social que maneja CIAM S.A.S en busca de un desarrollo equilibrado en los componentes económico, social y ambiental del Municipio y del Departamento.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Ofrecer apoyo y asistencia técnica en: la elaboración del Plan de Contingencia para el relleno sanitario del Municipio de Mocoa Departamento del Putumayo, y trámite de permisos de vertimiento para los sistemas de alcantarillados rurales de las veredas: la Kofania, la Paz, y la Castellana, del Municipio de Villagarzón Putumayo.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y recopilar la información necesaria para estructurar el Plan de Contingencia para el Relleno Sanitario del Municipio de Mocoa.
- Formular el Plan de Contingencia del Relleno Sanitario del Municipio de Mocoa y hacer la respectiva entrega a ESMOCOA E.S.P.
- Revisar la documentación general y levantar la información primaria pertinente a cada uno de los sistemas de alcantarillados rurales de las veredas implicadas, para tener un diagnóstico ambiental del área de influencia.
- Georeferenciar los puntos de vertimiento respectivos a cada Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, hacer la caracterización necesaria para realizar la evaluación ambiental del vertimiento.
- Elaborar y organizar la documentación final requerida para los trámites de vertimiento de cada PTARD.

2 MARCO DE REFERENCIA

En el transcurso, desarrollo del trabajo de pasantía, elaboración del Plan de Contingencia del relleno sanitario de Mocoa y las actividades relacionadas con el trámite de los permisos de vertimiento en el Municipio de Villagarzón se manejan relaciones con tres importantes empresas:

- **CONSULTORIA E INGENIERIA AMBIENTAL Y MINERA, CIAM S.A.S:** es la empresa contratada para el desarrollo de los proyectos (elaboración de Plan de Contingencia del relleno sanitario de Mocoa y los permisos de vertimiento del municipio de Villagarzón), y es la empresa donde el señor Oscar Acosta estudiante de Ingeniería Ambiental desarrollo su trabajo en la modalidad de pasantía.
- **EMPRESA PRESTADORA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS EN EL MUNICIPIO DE MOCOA (ESMOCOA SA ESP):** esta empresa es la encargada de prestar el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Mocoa Putumayo y esta contrató con CIAM S.A.S los servicios de asesoría ambiental y la elaboración del Plan de Contingencia.
- **ALCALDIA DE VILLAGARZÓN PUTUMAYO:** la alcaldía de Villagarzón es la que está desarrollando los alcantarillados rurales y contrató con CIAM S.A.S el trámite de los permisos de vertimiento.

A continuación se presenta las generalidades de cada una de las empresas relacionadas anteriormente.

2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA “CONSULTORIA E INGENIERIA AMBIENTAL Y MINERA, CIAM S.A.S”¹

CIAM S.A.S, es una empresa especializada en consultoría de Ingeniería, Ambiente y Minería; cuenta con profesionales calificados de amplia experiencia que garantiza un excelente desempeño en la prestación de nuestros servicios. Sociedad por Acciones Simplificada S.A.S, fundada en 2010, inscrita en la Cámara de Comercio del Putumayo (Mocoa), bajo el N° 2710 del libro IX, cuenta con número de Identificación Tributaria (NIT) 900404466-8. Sus oficinas se encuentran en Mocoa Putumayo, Avenida Colombia, Carrera novena numero 17A – 43.

2.2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA PRESTADORA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS EN EL MUNICIPIO DE MOCOA (ESMOCOA SA ESP)

¹ Tomado de: www.ciamcolombia.com

ESMOCOA SA ESP ahora AGUAS MOCOA S.A. E.S.P es una sociedad anónima constituida por acciones, representada en un 99 % por el Municipio de Mocoa y un 1% la empresa de servicios comerciales y administrativos y terminal provisional de transporte del Municipio de Mocoa. Es la empresa encargada de la prestación del servicio de aseo y hacer la disposición final de los residuos sólidos.

Con respecto al sitio de disposición final, Mocoa cuenta con el relleno ubicado en la vereda Medio Afán. la operación de este relleno se presta de manera técnica y se resalta la ejecución de las siguientes actividades para el control de los impactos ambientales:

- Impermeabilización del suelo con material arcillosos y geo membranas en el sitio seleccionados para la disposición de residuos sólidos y almacenamiento de lixiviados actualmente.
- Cobertura de los residuos sólidos
- Tratamiento de lixiviados
- Construcción de canaletas para la conducción de aguas lluvias
- Conformación de taludes (relación 3H:1V)

2.2.1 VISIÓN

La Empresa De Servicios Públicos De Mocoa AGUAS MOCOA S.A E.S.P. Es una empresa que busca mejorar la calidad de vida de sus usuarios, prestando los servicios de acueducto alcantarillado y aseo, teniendo como prioridad el suministro continuo y calidad de agua potable, la recolección, limpieza y disposición final de los residuos sólidos del municipio de Mocoa.

2.2.2 MISIÓN

La Empresa De Servicios Públicos De Mocoa AGUAS MOCOA S.A. E.S.P. busca en el 2020 ser líder en el departamento del putumayo en la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, a través de sistemas de calidad, principios de eficiencia, eficacia, y aplicación de las tic que consoliden nuestro objeto social y poder brindar el servicio de asesoramiento a las demás empresas de nuestro departamento.

2.3 GENERALIDADES DE LA ALCALDIA DE VILLAGARZÓN PUTUMAYO.

Villagarzón, municipio del departamento del Putumayo, fue fundado el 8 de diciembre de 1946 por el coronel Julio César Garzón Moreno, y elevado a la

categoría de municipio el 1 de mayo de 1977, bajo el gobierno de Alfonso López Michelsen.

El municipio es la entidad territorial fundamental de la división político administrativa del Estado, con autonomía política, fiscal y administrativa dentro de los límites que lo señalen la Constitución y la ley y cuya finalidad es el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población en su respectivo territorio. Entre otras funciones están la prestación de los servicios públicos, ordenar el desarrollo de su territorio y la construcción de obras que demande el Progreso Municipal.

2.3.1 MISIÓN

La Misión del Municipio, como entidad fundamental de la división político administrativa del Estado es prestar los servicios públicos que determine la Ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria y el mejoramiento social y cultural de sus habitantes. (Artículo 311 CPC). Es también Misión del Municipio solucionar las necesidades básicas insatisfechas de salud, educación, saneamiento ambiental, agua potable, servicios domiciliarios, vivienda, recreación y deporte, con especial énfasis en las niñez, la mujer, la tercera edad y los sectores discapacitados, directamente y en concurrencia complementariedad y coordinación con las demás entidades territoriales y la Nación, en los términos que defina la Ley. Además, velar por el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y del ambiente y promover el mejoramiento económico y social de sus habitantes.

2.3.2 VISIÓN

El Municipio de Villagarzón será un territorio productivo y competitivo, con un proceso permanente de mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y dentro de un clima social de convivencia pacífica, que le permita ser reconocido como el Municipio más importante en desarrollo económico, social y político del Departamento del Putumayo.

3 METODOLOGÍA

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se realizaron una serie de actividades previamente establecidas, con acompañamiento y vigilancia del Ingeniero Ambiental Robinson Lemus, que se desempeña como Coordinador de Proyectos en CIAM S.A.S.

CAPITULO I

FORMULACION DEL PLAN DE CONTINGENCIAS PARA EL RELLENO SANITARIO DE MOCOA PUTUMAYO.

- **Objetivo1. Identificar y recopilar la información necesaria para estructurar el Plan de Contingencia para el Relleno Sanitario del Municipio de Mocoa.**

La necesidad de formular un Plan de Contingencias para el relleno sanitario surge a partir de una serie de visitas por parte de autoridad ambiental CORPOAMAZONIA, al sitio de disposición final de los residuos de la ciudad de Mocoa, en las cuales se evidenciaron inconformidades en cuanto al manejo que se le estaban dando a los residuos sólidos, y en general el manejo del relleno sanitario; CORPOAMAZONIA se pronunció con los requerimientos para estricto cumplimiento mediante (AUTO DTP N 008 de 08-02-2012 Proceso Sancionatorio Ambiental, donde se dictan 16 requerimientos para ejecución de manera inmediata), dentro de las exigencias está, tener un Plan de Contingencias; la empresa (ESMOCOA E.S.P) encargado de la recolección y disposición final de residuos sólidos, incumplió en la mayoría de las exigencias, lo que conllevó a la decisión por parte de la autoridad ambiental de cerrar el relleno hasta tanto no se tenga cumplimiento del 100% de los requerimientos hechos. Con tal decisión, la empresa recolectora de los residuos sólidos no prestó el servicio durante 15 días seguidos, argumentando no tener un sitio adecuado para hacer la disposición. En consecuencia de todo esto la ciudad se encontraba en emergencia sanitaria, por lo que se requería con urgencia cumplir con las exigencias hechas por la corporación.

Con este panorama, ESMOCOA E.S.P decide contratar con CIAM S.A.S la elaboración del Plan de Contingencias y la asesoría de esta empresa para dar pronta solución a la problemática ambiental.

Para dar cumplimiento a este primer objetivo se solicita a ESMOCOA toda la documentación que se tenía al respecto como: El PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos), PMA (Plan de Manejo Ambiental), Licencias, Actas,

AUTOS, Planos y demás documentos; y una vez se hizo la respectiva revisión de la documentación y la legislación Colombiana aplicable al tema, se evidencia que, efectivamente la empresa prestadora del servicio de aseo urbano no cuenta con un Plan de Contingencias.

Posterior a la documentación se realiza una visita técnica con acompañamiento de las tres partes (CORPOAMAZONIA, ESMOCOA E.S.P Y CIAM S.A.S) y se hace verificación del estado real del funcionamiento del relleno sanitario, **Ver Imagen 1.**

Imagen 1 Relleno Sanitario



En la visita fue evidente el mal manejo y disposición de los residuos que al relleno llegan, los residuos se encuentran expuestos, se avistó presencia de gallinazos, no se aplica la capa de cobertura adecuada, la conformación de la celdas es deficiente, las chimeneas se encontraban mal instaladas; entre los problemas ambientales más graves encontrados está el manejo de los lixiviados, por el mal estado de la tubería de conducción estos se vierten a las fuentes de agua sin tratamiento.

Se cuenta con sistema de tratamiento de lixiviados que consta de un tanque sedimentador, una trampa de grasas, un filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA, seguido de un humedal de flujo subsuperficial, finalmente se realiza la descarga en una fuente hídrica cercana. Los problemas radican en la recolección y la conducción al sistema. El panorama de este relleno se asemejaba al de un simple botadero a cielo abierto, lo que por ningún motivo las autoridades ambientales deben permitir por el bien de los ecosistemas naturales y la comunidad en general.

ESMOCOA S.A. E.S.P dando cumplimiento a la normatividad ambiental y poder operar el relleno sanitario del Municipio de Mocoa, Ubicado en la Vereda Medio Afán cuenta con:

Plan de Manejo Ambiental: Mediante resolución No. 0694 de 1999 de CORPOAMAZONIA, se aprueba el plan de manejo ambiental presentado por la alcaldía Municipal de Mocoa, para la ejecución del proyecto de construcción del relleno sanitario para el manejo integral de residuos sólido.

Permiso de vertimiento: Que mediante Resolución DTP No. 0289 del 13 de agosto de 2009, se otorgó a la EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE MOCOA ESMOCOA ESP, permiso de vertimientos Líquidos en una cantidad de 0.042 l/s, sobre una quebrada los Guadales para el proyecto del relleno Sanitario Localizado en la vereda Medio Afán, municipio de Mocoa Departamento del Putumayo.

Licencia Ambiental: CORPOAMAZONIA, emite AUTO 040 de 2010, avocando conocimiento del trámite de Licencia Ambiental para la operación y disposición final de los residuos sólidos en la vereda Medio Afán.

ESMOCOA S.A. E.S.P no cuenta con permisos de emisiones atmosféricas.

- **Objetivo 2. Formular el Plan de Contingencia del Relleno Sanitario del Municipio de Mocoa y hacer la respectiva entrega a ESMOCOA S.A E.S.P.**

3.1 PLAN DE CONTINGENCIA.

Con toda la información recopilada con la ayuda del equipo de trabajo de CIAM S.A.S, se comienza a elaborar el Plan de Contingencias, que es una exigencia técnica y legal, el cual se realizó de acuerdo a las situaciones de riesgo que representa el área de influencia del sitio de disposición final.

En Plan de Contingencias del Relleno Sanitario del Municipio de Mocoa Putumayo está enmarcado dentro de la normatividad colombiana en materia de desastres, residuos sólidos y medio ambiente, como se esboza a continuación:

Cabe hacer la aclaración que este Plan de Contingencias no está enmarcado en la Resolución 1514 de 2012 “Términos de referencia para el Plan de Gestión de Riesgo y Manejo de Vertimientos” emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Puesto que en el tiempo que se desarrolló este trabajo dicha resolución aún no estaba en vigencia.

- **Resolución 541 de 1994:** Establece que los municipios deben seleccionar los sitios específicos para la disposición final de los materiales y elementos a que se refiere dicha resolución.
- **Ley 142 de 1994:** por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
- **Decreto 1713 de 2002:** Define como disposición final de residuos, el “Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos, en especial 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 medio ambiente”.
- **Resolución 1096 del 17 de Noviembre de 2000:** “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.” Artículos 19, 20, 197, 201.
- **RAS 2000.** Con respecto a la elaboración de los planes de contingencia, define los criterios básicos y requisitos mínimos referentes a vulnerabilidad y reducción de riesgos que deben reunir los proyectos y sistemas relacionados con el agua potable y el saneamiento básico que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia de los sistemas dentro de un Nivel de Complejidad determinado.
- **Resolución 2676 de 2000:** Señala las normas relacionadas con el manejo de residuos peligrosos hospitalarios.
- **Ley 1523 de 2012:** por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones

3.1.1 Objetivo general del Plan de Contingencias

Preparar al grupo de respuesta para contingencias en el relleno sanitario en el manejo adecuado frente a una emergencia, hasta el alcance que corresponda a una brigada básica que brinde seguridad a los trabajadores y protección del medio ambiente, conforme al cumplimiento de las disposiciones legales vigentes; proporcionando guías e información destinada a la adopción de procedimientos técnicos y administrativos estructurados que faciliten responder rápida y eficientemente a situaciones de emergencia.

3.1.2 Alcance del PDC

El Plan de Contingencias cubre a las instalaciones del relleno sanitario de **MOCOA PUTUMAYO** operado por la empresa **ESMOCOA SA E.S.P**, ubicado en el municipio de Mocoa, en la vereda Medio Afán a 5 km del casco urbano por la vía que conduce a Pitalito, desviándose en el Km 5 aproximadamente.

En el cual se desarrollan labores con personal de la empresa- dando cubrimiento a las personas con vinculación directa e indirecta, clientes de disposición final y visitantes. Con la formación de brigadas de tipo básico para atención inmediata, para servicio que requiera complejidad y especialidad se procederá al apoyo de cuerpos de socorro disponibles en el municipio de Mocoa Putumayo.

3.1.3 Metodología del PDC

El Plan de Contingencias se estructura a partir del análisis de riesgos, y este se desarrolla mediante la aplicación de una metodología basada en la probabilidad de ocurrencia, determina cuales eventos representan mayor riesgo para las instalaciones y el medio ambiente en el área de influencia.

Las etapas contempladas en un análisis de riesgos, son las siguientes:

1. Conocimiento detallado de las instalaciones y actividades que se desarrollan actualmente y que se han proyectado en el área del Relleno Sanitario de la vereda Medio Afán, descritas en el Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
2. Identificación de amenazas de posible ocurrencia en el área de influencia del relleno, tanto de origen antrópico (deslizamientos, incendios, explosiones, vertimientos, etc.) como naturales (sismos, inundaciones, vendavales etc.).
3. Definición de escenarios a través de la combinación de áreas o instalaciones en el área y las amenazas asociadas a estas.
4. Estimación de la gravedad y probabilidad y asignación de calificaciones de acuerdo con escalas de valores preestablecidas.
5. Estimación de la probabilidad de los eventos ya mencionados y priorización de los mismos para definir estrategias.
6. Elaboración de análisis de vulnerabilidad (valoración del riesgo) para determinar aceptabilidad de eventos y niveles de planeación requeridos en cada escenario.

3.1.4 Desarrollo del Análisis

El análisis de vulnerabilidad conforme a la metodología propuesta se desarrolla a continuación, teniendo en cuenta las actividades que se llevan a cabo en el proyecto, Relleno Sanitario para el municipio de Mocoa.

3.1.5 Identificación de los componentes del servicio aseo

De acuerdo a la infraestructura con la que cuenta ESMOCOA S.A E.S.P para la prestación del servicio aseo y los lineamientos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios se llegó a la conclusión que los componentes del sistema de aseo urbano son:

- Recolección y transporte
- Relleno sanitario
- Aprovechamiento de Residuos Sólidos
- Tratamiento de lixiviados.

Para ver en detalle la descripción de cada uno de los componentes del sistema Ver **Anexo A1 PDC Mocoa**, Numeral 7.1

3.1.6 Identificación de Amenazas

Entre los fenómenos amenazantes identificados están los de origen natural: sismos, movimientos en masa y vendavales; de origen humano: sabotaje y vandalismo, y de origen tecnológico: derrame de sustancias contaminantes, incendios, explosiones, accidentes vehiculares y daños mecánicos.

Tabla 1 Identificación de fenómenos amenazantes.

ORIGEN	TIPO DE AMENAZA
Fenómeno de origen Natural	Sismos
	Movimientos en masa
	Vendavales
Fenómeno de origen Humano	Sabotaje
	Vandalismo
Fenómeno de origen Tecnológico	Derrame de sustancias contaminantes (Lixiviados, hidrocarburos).
	Incendios
	Explosiones
	Accidentes vehiculares
	Daños Mecánicos (colapsos volcamientos)

Fuente: Guía Municipal para la Gestión del Riesgo, Diciembre 2010

Para mirar la descripción completa de los tipos de amenaza para el área de influencia del proyecto, Ver **Anexo A1 PDC Mocoa**, Numeral 7.3

Teniendo identificadas las amenazas y los componentes del sistema, estos últimos se evalúan para cada fenómeno amenazante de acuerdo a:

- Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Amenazantes (F)
- Nivel de Exposición del Sistema (N)

- Daño (D)
- Efecto (E)

Por ejemplo haciendo la evaluación de acuerdo a la Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Amenazantes (F) se tiene.

Estimación de la Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Amenazantes (F)

La estimación de la frecuencia se basa en la experiencia y estadísticas existentes para situaciones de operaciones similares y en este caso hace referencia a la probabilidad de materialización de las amenazas identificadas, se define como número de ocurrencias de un evento por espacio de tiempo. Ver **Tabla 2**.

Tabla 2 Frecuencia de Ocurrencia de los Eventos Amenazantes.

COMPONENTE	FRECUENCIA (F)									
	Sismos	Movimientos en masa	Vendavales	Sabotaje	Vandalismo	Derrame de sustancias contaminantes	Incendios	Explosiones	Accidentes vehiculares	Daños Mecánicos
RECOLECCIÓN	2	1	3	3	3	3	3	2	3	2
TRANSPORTE	2	3	4	3	3	3	3	2	3	4
RELLENO SANITARIO	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3
APROVECHAMIENTO	2	2	2	1	2	3	2	2	1	1
TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	2	2	2	2	2	4	2	2	1	1

Califique la Frecuencia en cada uno de los componentes de los sistemas de aseo urbano así:
 1= si históricamente NO se ha presentado un evento amenazante sobre el componente estructural
 2= si el evento amenazante se ha presentado en los últimos 25 años sobre el componente estructural
 3= si el evento amenazante se ha presentado cada 5 años sobre el componente estructural
 4= Si se ha presentado por lo menos 1 vez al año un evento amenazante sobre el componente estructural

Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios Bogotá, D.C., 16 de Septiembre de 2011.

De la misma forma se hace con el Nivel de exposición del sistema (N), Daño (D) y los Efectos (E). (Para ver evaluación completa ver **Anexo A1**, numerales 7.4 hasta 7.8).

3.1.7 CALIFICACIÓN DEL RIESGO

El riesgo es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica y la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Metodología:

Con la ayuda de la evaluación de la frecuencia de los fenómenos amenazantes. Se hizo una valoración y calificación de los riesgos que representan cada amenaza en los diferentes componentes del sistema de aseo.

En tablas diferentes para cada amenaza se relaciona con los diferentes componentes para determinar la afectación en los mismos. Por ejemplo para la amenaza SISMOS:

- Se califica la amenaza sumando la frecuencia de ocurrencia del evento (F) con el nivel de exposición del sistema (N), obteniendo un valor cuantitativo y con la ayuda de la **Tabla 3** asignar una calificación cualitativa.
- Se califica la vulnerabilidad sumando los valores de los daños (D) con los efectos (E) obteniendo un valor cuantitativo y con la ayuda de la **Tabla 3** asignar una calificación cualitativa.

Tabla 3 Calificación de Vulnerabilidad.

CALIFICACIÓN	SUMATORIA
BAJO = B	(2-3)
MEDIO = M	(4-6)
ALTO = A	(7-8)

Fuente: Manual de Valoración de Riesgos de Rao Kolluru. Modificada por CIAM S.A.S

Teniendo la calificación de la amenaza y vulnerabilidad, cruzamos esta información con el fin de obtener la del riesgo. El cruce de la amenaza con la vulnerabilidad se hizo de la siguiente forma:

Tabla 4 Categorización del Riesgo.

AMENAZA x VULNERABILIDAD	RIESGO
A x A	A
A x M	A
A x B	M
M x M	M
M x B	M
B x B	B

Fuente: Manual de Valoración de Riesgos de Rao Kolluru. Modificada por CIAM S.A.S

De esta forma obtenemos la calificación del riesgo que representa cada amenaza en los diferentes componentes del sistema. Que para este ejemplo explicativo se observa en la **Tabla 5** con la amenaza sismos.

Tabla 5 Riesgo por amenaza de sismos.

COMPONENTE	TIPO DE AMENAZA (SISMOS)								RIESGO
	AMENAZA				VULNERABILIDAD				
	(F)	(N)	SUMATORIA	CALIFICACION	(D)	(E)	SUMATORIA	CALIFICACION	
RECOLECCION	2	3	5	M	2	3	5	M	M
TRANSPORTE	2	3	5	M	3	3	6	M	M
RELLENO SANITARIO	2	3	5	M	4	4	8	A	A
APROVECHAMIENTO	2	3	5	M	2	2	4	M	M
TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	2	3	5	M	3	4	7	A	A

Elaboración: Propia

Teniendo una categorización de los riesgos así: **Bajo** (B), **Medio** (M) y **Alto** (A); Ver **Tabla 4**, se hizo la valoración del riesgo de los fenómenos amenazantes para cada componente del sistema teniendo el siguiente resultado, que se presenta en la **Tabla 6**. (Para ver la evaluación por cada amenaza ver **Anexo A2** Base de datos PDC Mocoa).

Tabla 6. Representación de riesgo por amenaza (tabla resumen).

COMPONENTE	TIPO DE AMENAZA									
	Sismos	Movimientos en masa	Vendavales	Sabotaje	Vandalismo	Derrame de sustancias contaminantes	Incendios	Explosiones	Accidentes vehiculares	Daños Mecánicos
RECOLECCION	M	B	M	M	M	M	M	M	M	M
TRANSPORTE	M	M	M	M	M	M	M	A	A	M
RELLENO SANITARIO	A	M	M	M	M	M	M	M	B	B
APROVECHAMIENTO	M	M	M	M	M	M	M	M	B	B
TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	A	M	B	B	B	A	M	B	B	B

Elaboración: Propia

La calificación de los riesgos está directamente relacionada con los niveles de planeación para contingencias requeridos, así (Ver **Tabla 7**):

- **No-plan:** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que la combinación de amenaza - vulnerabilidad no representa una amenaza significativa por lo que no amerita la inversión de recursos especiales de preparación.
- **General:** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que, aunque debe diseñarse una respuesta para dichos casos, ésta debe ser sólo de carácter general.
- **Detallado:** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que se requiere siempre diseñar una respuesta detallada a las contingencias y que amerita realizar inversiones particulares para cada uno de estos escenarios.

Tabla 7. Niveles de Planeación

COMPONENTE	NIVELES DE PLANEACIÓN									
	Sismos	Movimientos en masa	Vendavales	Sabotaje	Vandalismo	Derrame de sustancias contaminantes	Incendios	Explosiones	Accidentes vehiculares	Daños Mecánicos
RECOLECCION	GENERAL	NO PLAN	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL
TRANSPORTE	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	DETALLADO	DETALLADO	GENERAL
RELLENO SANITARIO	DETALLADO	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	NO PLAN	NO PLAN
APROVECHAMIENTO	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	NO PLAN	NO PLAN
TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	DETALLADO	GENERAL	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN	DETALLADO	GENERAL	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN

Elaboración: Propia

De esta forma obtenemos diferentes escenarios que requieren, bien sea un plan general o un plan detallado así como se observa en la **Tabla 7**.

3.1.8 RECURSOS PARA LA ATENCIÓN DE CONTINGENCIAS

Son los recursos con los que cuenta la empresa en la actualidad para la detección y atención de emergencias, las cuales son importantes al momento de actuar en situaciones contingentes.

Medios de comunicación y divulgación.

Uno de los elementos básicos dentro de la prevención y atención de emergencias es el de las comunicaciones, que se podría dividir en dos tipos: Las comunicaciones periódicas que se desarrollan como elemento de interrelación entre los habitantes, por ejemplo, periódicos, emisoras, canales de televisión; son de gran importancia dentro del tiempo de la prevención debido a su efectividad al interior de las comunidades. En la segunda clasificación, los de emergencia, tienen que ver con la comunicación inmediata, por ejemplo los sistemas de comunicación de los organismos de socorro, del gobierno, radioaficionados, etc. En el municipio de Mocoa existe cobertura de emisoras radiales como Putumayo estéreo y Maguare, medios por los cuales la empresa operadora informa a sus usuarios, además se apoya con perifoneo en vehículos.

Componentes del plan informativo

1. Entidades de apoyo y socorro en atención de emergencias.
2. Listado de integrantes de la brigada de apoyo interno y de los funcionarios.
3. Procedimientos para manejar la emergencia.
4. Capacitaciones
5. Entrenamientos.

Actualización de la información

Se actualizará y se tendrá disponibilidad de la información de:

- Entidades de apoyo y socorro.
- Miembros de Brigada y funcionarios ejecutivos de la empresa.
- Tipo y Ubicación de Equipos para atención de Emergencias.

A continuación se hace una relación detallada de los equipos y herramientas con los que cuenta ESMOCCA S.A E.S.P, y organismos de atención de emergencias, autoridades Militares y Policía Nacional para efectos de atender cualquier emergencia.

Tabla 8 Inventario de Equipos y contactos para la atención de emergencias.

CANT.	DESCRIPCIÓN	CLASE	UBICACIÓN
RECURSOS INTERNOS			
5	Extintores	ABC	Relleno sanitario, planta de tratamiento, bodega, instalaciones.
1	Camillas	RÍGIDA	
3	Botiquines	PORTÁTILES	Relleno Sanitario, Planta de tratamiento, instalaciones.
1	Juegos de Inmovilizadores	NA	
2	Rollo de Cinta de acordonamiento	NA	
1	Una retro excavadora	marca CASE 580 SK, motor 390	Relleno sanitario
RECURSOS EXTERNOS			
Entidades asistenciales más cercanas		Teléfono	
Caprecom		4206001	
Nueva EPS-Coomeva		4284247 – 4296812	
Hospital José María Hernández		3212099875, 4296126, 4205254	
Alcaldía Municipal		4295974, 4295967	
Entidades de emergencias		Teléfonos	
Cruz roja		4496754	
Defensa Civil Mocoa		4296074	
Bomberos Mocoa		4295034 - 3124737937	
Policía Mocoa		4295320	
Línea Salvavidas COLMENA		018000919667	

Elaboración: Propia

En caso de presentarse una emergencia, la Alcaldía de Mocoa presta ayuda con maquinaria como: volquetas retroexcavadoras y demás que se requiera, además la administración municipal son los encargados de hacer mantenimiento en toda la malla vial incluida la de acceso al relleno sanitario.

3.1.9 COMPONENTE ESTRATÉGICO

Un plan de preparación para afrontar adecuadamente una contingencia, es el conjunto de tácticas anticipadas, que permite a sus usuarios reducir la posibilidad de ser afectados si ésta sucede.

El éxito del Plan de Contingencias encuentra su principal soporte en la elaboración y puesta en marcha de unos lineamientos institucionales claros y orientados hacia la prevención y control de los riesgos.

El Plan de Contingencias se establece tanto para los eventos de naturaleza previsible (lo conocido, lo que puede fallar) y se construye sobre debilidades, se hace sobre una causa. Además se hace sobre lo eventual, lo incierto, lo desconocido, lo fortuito, lo que no se conoce, lo que se supone que no puede fallar, lo que generan terceros. Se establece en tres horizontes: **PREVENTIVO, PREDICTIVO Y CORRECTIVO.**

Las prioridades tácticas de la empresa en caso de una emergencia serán en su orden:



Elaboración: Propia

3.1.10 ESCENARIOS CONTINGENTES Y ALTERNATIVAS

Dentro del cumplimiento y prestación del servicio de aseo se pueden presentar escenarios que afecten el sistema, para ello se tienen contempladas unas medidas de tipo emergentes y de carácter temporal, para aliviar los efectos negativos que se puedan derivar de dichas contingencias, **Ver Tabla 9.**

Tabla 9. Alternativas contingentes.

CONTINGENCIA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Cierre de la vía de entrada al relleno sanitario.	Llevar los residuos a un municipio vecino, que para este caso la mejor opción es al relleno sanitario de Villagarzón Putumayo.(Gestión adelantada por parte del gerente de ESMOCOA)	Llevar los residuos a un municipio vecino, como segunda opción está el relleno sanitario de Pitalito Huila. (Gestión adelantada por parte del gerente de ESMOCOA)
Cierre o inutilidad del relleno sanitario actual.	Llevar los residuos a un municipio vecino, que para este caso la mejor opción es al relleno sanitario de Villagarzón Putumayo. (Gestión adelantada por parte del gerente de ESMOCOA)	Llevar los residuos a un municipio vecino, como segunda opción está el relleno sanitario de Puerto Asís Putumayo. (Gestión adelantada por parte del gerente de ESMOCOA)
El vehículo recolector se encuentre fuera de servicio.	Cuando por algún motivo el vehículo recolector no puede cumplir su función, la administración contratara una volqueta u otro transporte con la capacidad y que este adecuado para desempeñar esta actividad.	
El sistema de tratamiento de lixiviados se encuentre fuera de operación.	Hacer recirculación de los lixiviados en el relleno de forma temporal hasta superar la emergencia.	

Nota: Dentro de las alternativas de llevar a los residuos a otros municipios en caso de requerirse, se contempla los municipios de Villagarzón, Pitalito o Puerto Asís, porque son ciudades que cuentan con un relleno sanitario con la capacidad de disposición y se encuentran cerca de la ciudad de Mocoa.

3.1.11 Comité Operativo de Contingencias COC.

El COC es el encargado de crear, planear y administrar el plan de emergencias. El COC del **Relleno Sanitario de ESMOCOA S.A. E.S.P** está conformado por personas de la dirección de la Empresa quienes, en el plan de contingencias, están distribuidos como aparece en el organigrama y sus funciones están distribuidas en el Antes, Durante y Después de una emergencia. La administración establece un sistema de organización para la atención en los niveles que asegure la efectividad del Plan de Contingencias y garantice una acción eficaz y coordinada ante las situaciones de emergencia identificadas dentro del análisis de riesgos, la cual involucre al personal de la empresa.

El Comité de contingencias está conformado por la parte administrativa y técnica de la empresa o por las personas que la administración delegue. Este comité será quien maneje administrativamente todo el plan y tome las máximas decisiones en el momento de una emergencia. El COC está integrado de la siguiente manera:

Conformación comité operativo de contingencias

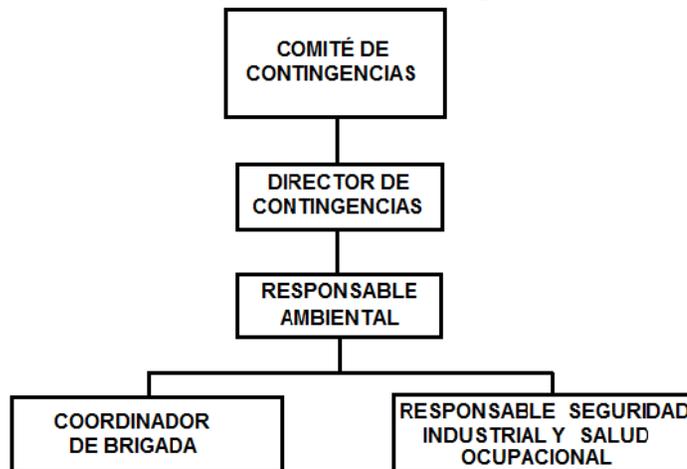
Tabla 10. Comité Operativo.

CARGO	NOMBRE	TELEFONO
Gerente General		
Director Técnico		
Responsable Ambiental		
Coordinador de Salud ocupacional		
Coordinador de Brigada		

Elaboración: Propia

Organigrama del Comité de Contingencias:

Comité Operativo de Contingencias COC



Elaboración: Propia

Las funciones del comité y de cada uno de los integrantes del comité están consignadas en el documento Plan de Contingencias, ver **Anexo A1** Numeral 10.2.1.

3.1.12 PLANES DE ACCIÓN PARA LOS ESCENARIOS IDENTIFICADOS

Procedimiento general o Plan de respuesta a una emergencia

A continuación se define la secuencia en que se deben desarrollar las acciones de activación, notificación, evaluación y proyección de la emergencia, y las líneas de acción a seguir en la aplicación de las estrategias de respuesta. En la **Imagen 2** se observa la secuencia de operaciones del PDC.

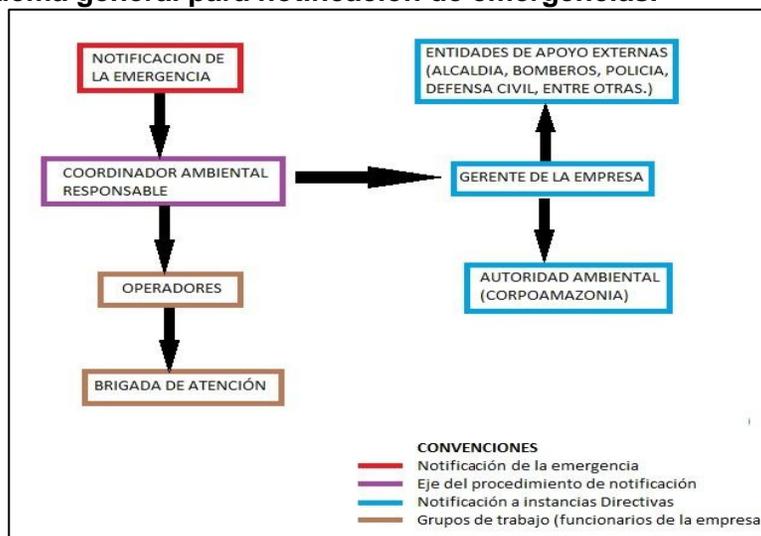
Imagen 2 Secuencia general del plan de atención a una emergencia.



Fuente: Plan Nacional contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas. Decreto 321/1999

Para hacer la notificación de las emergencias se presenta un esquema del procedimiento a seguir en la **Imagen 3**.

Imagen 3 Esquema general para notificación de emergencias.



Fuente: Equipo Consultor CIAM S.A.S

Los procedimientos y planes de acción para cada uno de los escenarios identificados se pueden ver en el documento **anexo A1 PDC Mocoa**, numeral 10.4.2.

CAPITULO II

PERMISOS DE VERTIMIENTO

Dentro del trabajo planteado para la solicitud de los permisos de vertimiento en el Municipio de Villagarzón, se encontraban tres en área rural para las veredas (La Castellana, La Paz y La Kofania) y un cuarto para el sistema de alcantarillado del casco urbano. Se aclara que solo se trabajó en los alcantarillados rurales, el permiso de vertimiento para el casco urbano no se pudo culminar con éxito por problemas que se desconocen, la información solicitada nunca fue entregada por parte de los encargados del proyecto.

En este documento se hará énfasis en el trabajo realizado para el permiso de vertimiento de la vereda La Castellana, esto con el fin ilustrar la metodología aplicada para cada uno de los trámites, evitando un documento extenso debido a la cantidad de información que se maneja. La información complementaria para la vereda La Castellana como los documentos completos de las veredas La Kofania y La Paz se encuentra consignada en la información anexa.

Los alcantarillados rurales y sus sistemas de tratamiento se encuentran proyectados, todavía no se realiza ningún vertimiento, y teniendo en cuenta que para realizar el vertimiento de aguas se debe cumplir con los requisitos del decreto 1594/1984, las concentraciones estarán por debajo o dentro de los rangos establecidos por la normatividad en relación con los criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para uso humano, agrícola y pecuario y preservación de fauna y flora.

Con respecto al alcance que se tiene frente a los trámites de los permisos de vertimientos, se limita a realizar las actividades relacionados con el trámite ante la autoridad competente, de acuerdo con el Decreto 3930 de 2010 en los Artículos 41 al 48. No se hacen diseños de los sistemas de tratamiento ni evaluación de los mismos. Los análisis de agua que se hacen sobre la fuente receptora es una caracterización, para determinar la calidad, medir su caudal y estimar la capacidad de asimilación que presenta el cuerpo de agua antes de ser intervenido por el vertimiento.

En la **Tabla 11** se presenta un resumen de los datos más relevantes de los puntos de vertimiento en las veredas intervenidas, con las que se adelantó el trámite de los permisos respectivos.

Tabla 11. Resumen de los datos de los tres puntos de las veredas intervenidas.

VEREDA	POBLACIÓN (Hab)	CAUDAL (L/s)	SISTEMA DE TRATAMIENTO	ESTADO DE (PTAR)	FUENTE RECEPTORA
La Castellana	112	5.63	Convencional (Tratamiento, primario y secundario)	Proyectada	Rio Alguacil
La Kofania	112	5.63	Convencional (Tratamiento, primario y secundario)	Proyectada	Rio Putumayo
La Paz	112	5.63	Convencional (Tratamiento, primario y secundario)	Proyectada	Quebrada Canangucho

Fuente: Elaboración propia

Se aclara que tanto los datos de población, nivel de complejidad y el caudal de diseño son información suministrada por los responsables de los proyectos, son datos extraídos de las memorias técnicas de cada sistema de tratamiento. El alcance del trabajo realizado por la empresa consultora, así como el adelantado por el pasante se limita a consultar, analizar y elaborar la documentación necesaria para adelantar los trámites ante la autoridad competente.

- **Objetivo 3. Revisar la documentación general y levantar la información primaria pertinente a cada uno de los sistemas de alcantarillados rurales de las veredas implicadas.**

Primero se hizo una revisión de la legislación bajo la cual rigen este tipo de trámites, como se mencionó anteriormente los permisos de vertimiento que se solicitan se hacen según el Decreto 3930 de 2010 **Artículo 41. Requerimiento de permiso de vertimiento.** “*Toda persona natural o jurídica cuya actividad o servicio genere vertimientos a las aguas superficiales, marinas, o al suelo, deberá solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental competente, el respectivo permiso de vertimientos.*” **Artículo 42. Requisitos del permiso de vertimientos.** “*El interesado en obtener un permiso de vertimiento, deberá presentar ante la autoridad ambiental competente, una solicitud por escrito que contenga la información solicitada en este Artículo.*” (Ver Anexo 9 “Artículo 42 del Decreto 3930 de 2010” *Requisitos del permiso de vertimientos*).

Además del decreto 3930 de 2010 también se tiene en cuenta el Decreto 1594 de 1984, “Reglamentación en cuanto a usos del agua y residuos líquidos” y el RAS 2000 “Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico”.

Después de estar al tanto en cuanto a la legislación competente y vigente, en reunión con el ingeniero VIRGILIO BRAVO, profesional a cargo de los proyectos de alcantarillados rurales que requieren de los permisos de vertimientos; el ingeniero Javier suministró la información necesaria.

Dentro de la información que fue suministrada para cada uno de los proyectos esta:

- Memorias técnicas de los proyectos.
- Diseño de los sistemas de tratamiento.
- Planos del proyecto.

La importancia de haber inspeccionado esta información radica en que de ella se sustrae mucha de la información que se debe consignar en la documentación necesaria para hacer la solicitud de los permisos de vertimiento.

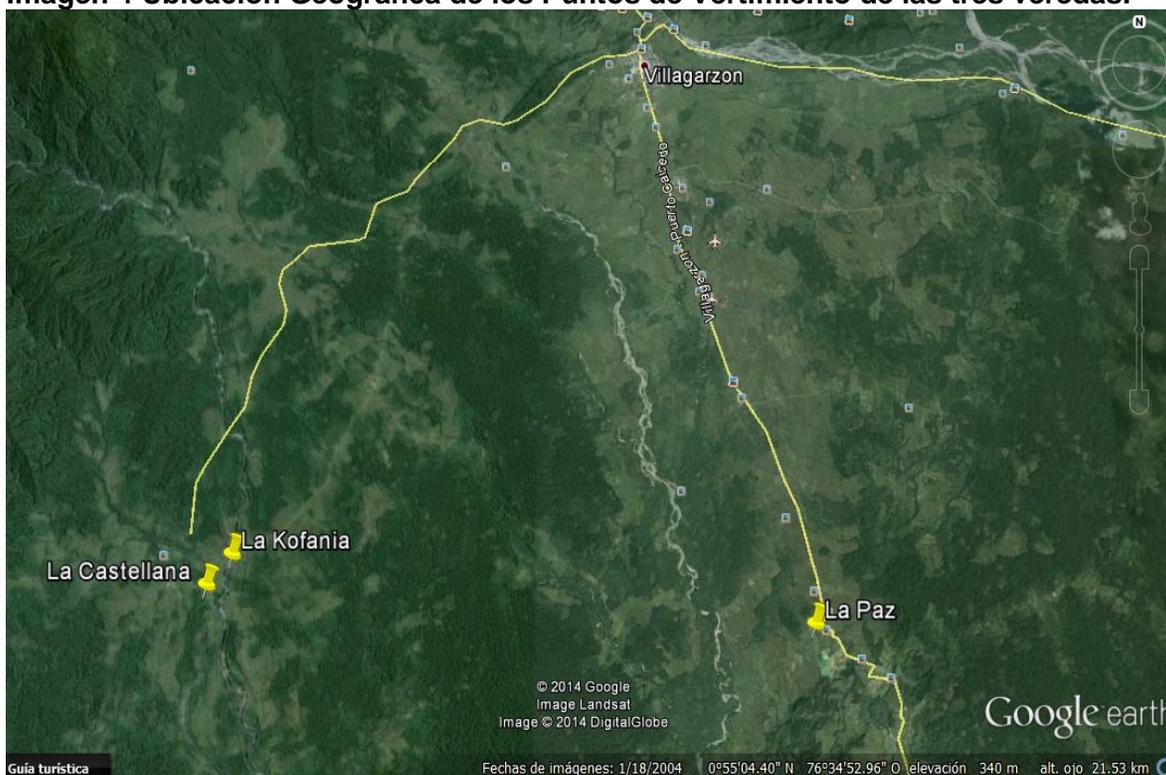
También fue necesario solicitar ante la alcaldía del Municipio de Villagarzón el certificado de uso de suelo de los predios que serán intervenidos, (**Ver Anexo 1**); en la oficina de Instrumentos Públicos de Mocoa Putumayo se solicitó el certificado de Libertad y Tradición de los predios donde se llevara a cabo los proyectos, este documento nos permite saber con certeza el nombre del verdadero propietario de los predios de interés (**Ver Anexo 2**); se coordinó con el laboratorio encargado del análisis de agua para que se envié el material y los recursos² necesarios para la recolección de las muestras de agua para hacer los respectivos monitoreo de las fuentes receptoras. Esta gestión es necesaria porque el análisis lo debe hacer un laboratorio que tenga acreditación del IDEAM, y el laboratorio con el que se contrató está en Bogotá, en el municipio de Mocoa no se cuenta con este servicio.

- **Objetivo 4. Ubicar en campo los puntos de vertimiento, georeferenciar y realizar la caracterización necesaria para realizar la evaluación ambiental del vertimiento.**

En la **Imagen 4** se observa la ubicación geográfica de los tres proyectos rurales en el municipio de Villagarzón Putumayo.

² Cuando se refieren a los recursos incluyen recursos físicos y humanos.

Imagen 4 Ubicación Geográfica de los Puntos de Vertimiento de las tres veredas.



Fuente: Imagen Satelital Google Earth

Con conocimiento de toda la información posible, sustraída de los documentos suministrados, se solicitó acompañamiento del personal encargado del proyecto y de la comunidad, para realizar una visita técnica a cada sitio donde se construirán los sistemas de tratamiento, y el punto de disposición final de los residuos líquidos domésticos, **Ver Imagen 5**. Con acompañamiento de la comunidad, en especial a las veredas La Kofania y La Castellana por ser las veredas más retiradas del casco urbano y con presencia de grupos armados al margen de la ley.

Imagen 5. Veredas Visitadas



En la imagen 5 se muestra una fotografía de cada una de las veredas visitadas, pero de en adelante se hace énfasis en el trabajo realizado para el punto de vertimiento de la vereda La Castellana.

La información que se recogió en campo es la que se presenta en esta lista.

Lista de chequeo (visita campo vertimientos)

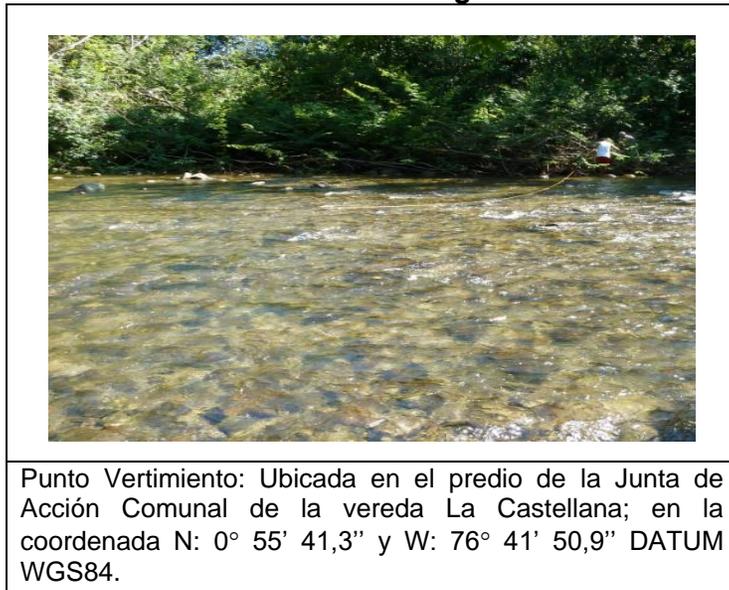
1. Información del dueño del predio:
 - Fotocopia de CC del dueño del predio
 - Certificado de libertad y tradición (fotocopia)
 - Autorización del dueño del predio para hacer uso del predio para el proyecto.
2. Hablar con el dueño del predio (¿Está de acuerdo con el proyecto?)
3. Tomar coordenadas de todas los puntos de importancia (Cajillas, área de la PTARD, casas, punto de vertimiento, punto de monitoreo y toma de muestras de agua).
4. Tomar fotografías (casas, sistemas de evacuación de Aguas Residuales (AR) de las viviendas, el proyecto, instalaciones, cajillas, tuberías, punto de vertimiento).
5. Aforo en el punto de vertimiento, sobre un corte transversal medir:
 - Ancho del río
 - Profundidad de la lámina de agua
 - Velocidad superficial de la lámina de agua
 - Por indagación; alturas máximas y mínimas de la lámina de agua.
6. Medir distancia de PTARD a la orilla del río (distancia min 30 m).
7. Nombre y localización del predio donde se ubica el proyecto.
8. Fuente de abastecimiento de agua de la comunidad.

9. Actividades que generan el vertimiento.
10. Nombre de la fuente receptora donde se hará el vertimiento.
11. Inspeccionar usos de la fuente receptora aguas arriba y aguas abajo.
12. Hacer la recolección de las muestras de agua que se enviarán al laboratorio.

Una vez en el sitio del proyecto mediante indagación e inspección visual se recogió la mayor cantidad de información posible, que será de importancia en la elaboración de la documentación final.

Teniendo identificado el punto exacto donde se hará el vertimiento se georeferenció (**Ver Imagen 6**) y se procedió a hacer el aforo en ese mismo punto, de la siguiente forma (Método de Aforo con Flotadores).

Imagen 6. Punto de vertimiento sobre el río el Alguacil.



Aforo sobre río El Alguacil

El aforo es la operación de medición del caudal en una sección de un curso de agua. En los ríos se mide en forma indirecta, teniendo en cuenta que:

$$\text{CAUDAL} = \text{VELOCIDAD MEDIA} \times \text{AREA}$$

$$Q \text{ [m}^3\text{/s]} = V_m \text{ [m/s]} \times A \text{ [m}^2\text{]}$$

$$V_m = n \times V_s$$

Dónde:

Q= Caudal

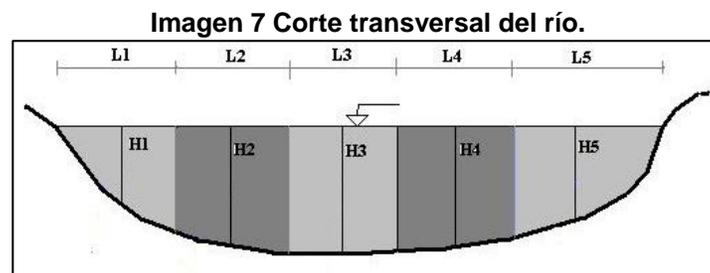
V_m = Velocidad media.

V_s = Velocidad Superficial

n = Factor que depende del material del fondo del río (Grava 0,62 – 0,75)

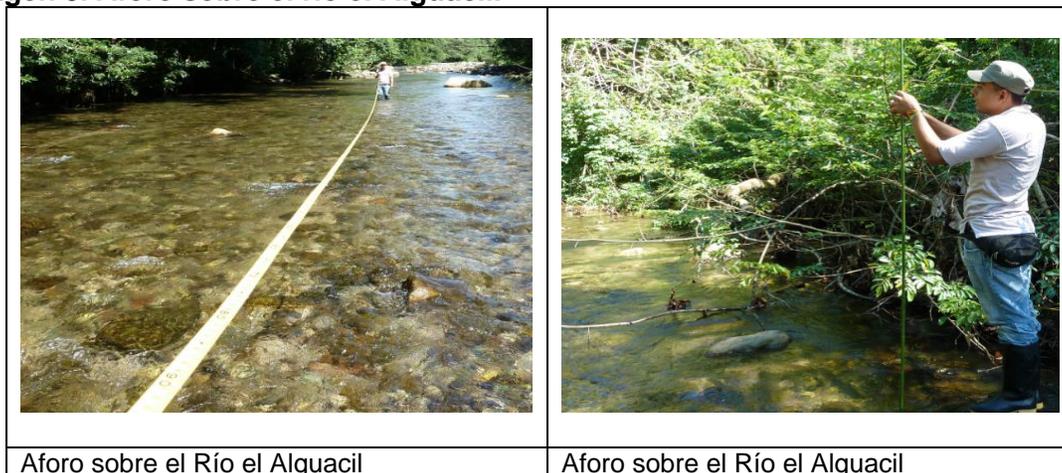
A = Area

El método consiste en medir la sección del curso (área) sobre un corte transversal (**Ver Imagen 7**), y la velocidad en la misma. Ello se hace a través de verticales referidas a las márgenes en las que se mide profundidad y distancia horizontal. Se determinan así áreas parciales la que al final se suman obteniendo un área total, y esta multiplicada por la velocidad media, lo que me determina el caudal.



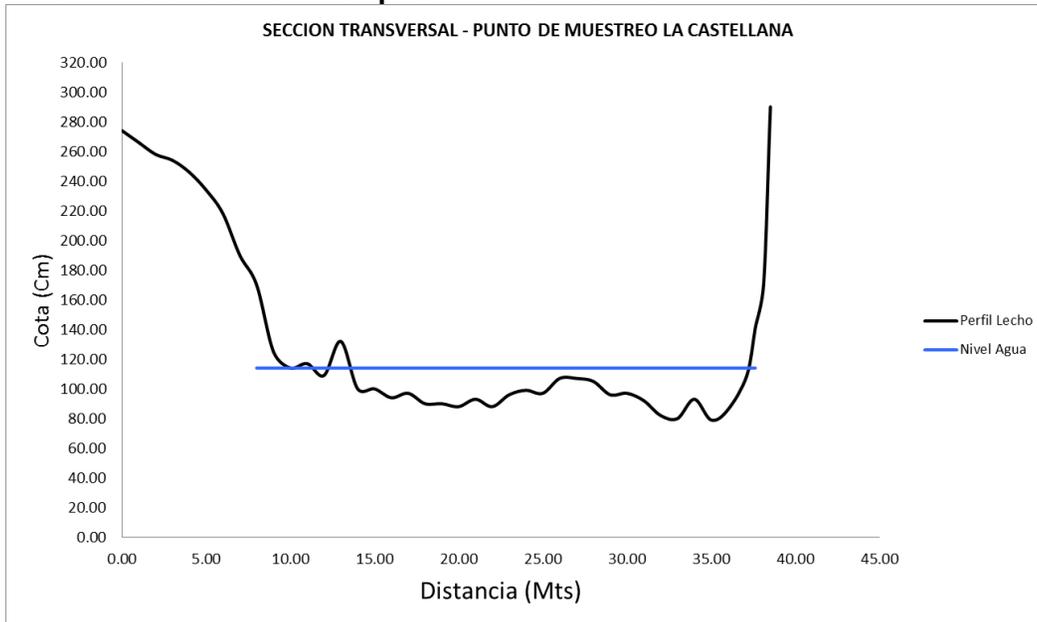
La velocidad superficial se determina por el método del flotador; teniendo un tramo de río de distancia conocida (**Ver Imagen 8**) y con la ayuda de un flotador se tomó el tiempo que demora en hacer el recorrido, haciendo este procedimiento en varias repeticiones para disminuir errores sistemáticos, sabiendo que la velocidad es espacio sobre el tiempo determinamos la velocidad superficial de la lámina de agua.

Imagen 8. Aforo sobre el río el Alguacil.



Con los datos tomados sobre el río el Alguacil el corte transversal queda así: **Ver gráfico 1**

Grafico 1 Sección transversal - punto de muestreo la castellana



Elaboración: Propia

Con un $A = 5.15 \text{ m}^2$, una $V_s = 0.87 \text{ m/s}$ y tomando $n = 0.75$ el caudal para el río El Alguacil en este punto es $Q = 3.37 \text{ m}^3/\text{s}$.

Después de hacer el aforo se procedió a tomar las muestras de agua en el mismo punto **Ver Imagen 9**, de acuerdo al *Manual de Instrucciones para la Toma, Preservación y Transporte de Muestras de Agua de Consumo Humano para Análisis de Laboratorio*, del Instituto Nacional de Salud.

Imagen 9 Toma de Muestras de calidad de agua Vereda la Castellana, Río Alguacil.

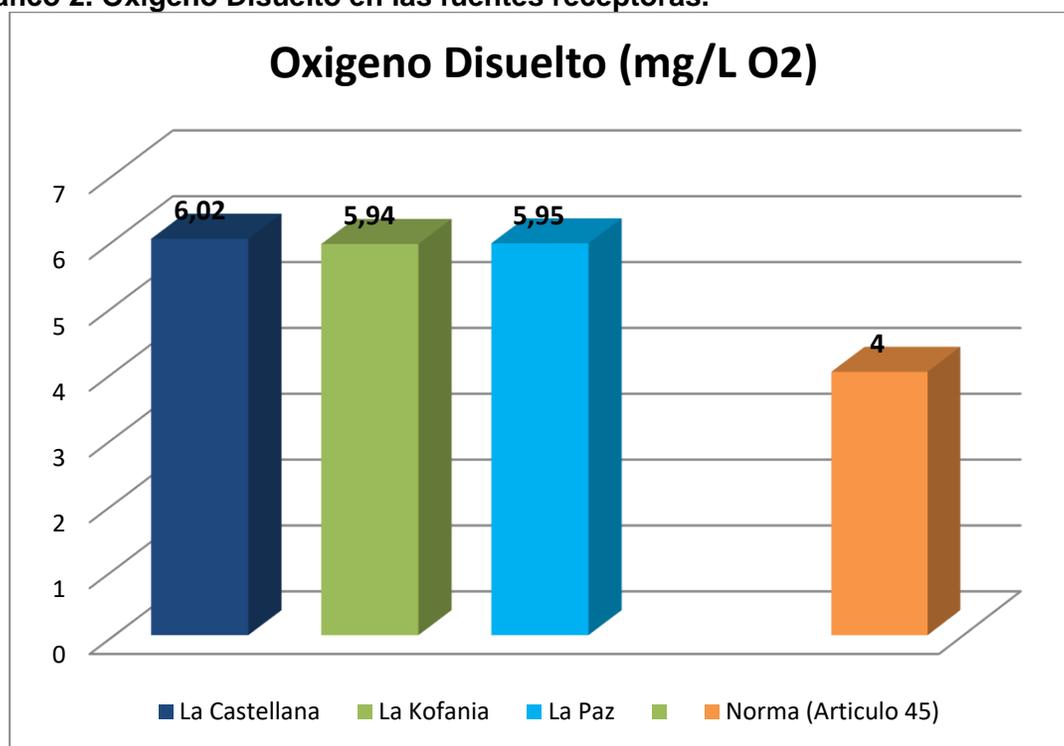


El análisis de aguas determina la calidad del agua antes de ser intervenidas por el proyecto, y con los análisis posteriores se podrá determinar los impactos ambientales y el grado de afectación. Los parámetros a analizar son: aceites y

grasas, arsénico, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total, DBO₅, DQO, fenoles, mercurio, níquel, oxígeno disuelto, PH, plata, plomo, selenio, y sólidos suspendidos totales. Para ver los resultados obtenidos **Ver Anexo 6**, Informe N° 000533 Laboratorio.

Uno de los para metros más importantes a tener en cuenta en las fuentes de agua naturales para preservación de flora y fauna, en aguas dulces y cálidas es el oxígeno disuelto (Según Artículo 45 Decreto 1594 de 1984). Los resultados del análisis de laboratorio de las fuentes receptoras nos indica la buena calidad del agua. Los tres resultados se encuentran por encima de lo que estima la norma.

Grafico 2. Oxígeno Disuelto en las fuentes receptoras.



Fuente: elaboración propia.

Nota: Siempre que se realice monitoreo de agua sobre fuentes superficiales que están siendo afectadas por determinado proyecto, se deben hacer en dos puntos, aguas arriba y aguas abajo, cuando el punto de impacto es localizado y se recomienda hacer en tres o más puntos cuando el impacto está en un área más amplia. Para este caso se tomó la determinación de hacer un solo punto y no dos, porque la descarga aún no se está haciendo, por consiguiente los resultados serían similares al no haber una intervención antrópica en el tramo del río. Se realizó una caracterización de la fuente receptora.

- **Objetivo 5. Elaborar y organizar la documentación final requerida para los trámites de vertimiento de cada PTARD.**

Se aclara que para evitar un documento demasiado extenso se presenta de forma resumida el documento elaborado para el trámite de la vereda La Castellana, el documento completo así como la documentación de las veredas La Kofania y La Paz se pueden verificar en la documentación anexa.

Los tramites de permisos de vertimiento se adelantan de acuerdo el decreto 3930 de 2010, Artículo 42. Requisitos del Permiso de Vertimientos.

3.2 DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA SOLICITUD DE PERMISOS DE VERTIMIENTO SEGÚN EL DECRETO 3930 DE 2010 PARA UN PUNTO DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA VEREDA LA CASTELLANA

En la tabla 12 se presenta un resumen de la información requerida para solicitud de permiso de vertimiento para la vereda La Castellana, según los requisitos establecidos por Decreto 3930 del 2010 en su Artículo 42. El desarrollo completo de cada uno de los puntos se puede verificar en el **Anexo B. LA CASTELLANA.**

Tabla 12. Resumen de información consignada en el documento final.

REQUERIMIENTO	INFORMACIÓN
Nombre del solicitante.	Alcaldía Municipal de Villagarzón; con NIT: 55tr800054249-0
Propietario del predio de interés.	El propietario del predio es la Junta de Acción Comunal de la Vereda la Castellana.
Documentación de propiedad del predio.	En el Anexo B2 se encuentra el documento soporte donde la JAC de la vereda es la propietaria del terreno, (Escritura pública y certificado de libertad y tradición del predio).
Localización del predio.	Ubicada en el predio de la Junta de Acción Comunal de la vereda La Castellana; en la coordenada N: 0° 55' 41,2" y W: 76° 41' 51,8" DATUM WGS84.
Costo del proyecto.	La construcción de la PTARD y punto de descarga, tiene un costo de \$ 80.000.000, OCHENTA MILLONES de Pesos.
Fuente de abastecimiento de agua de la comunidad.	La fuente de abastecimiento es la Quebrada Rupasca.
Características de las actividades que generan el vertimiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades Sanitarias • Duchas y área de lavandería • Área Cocina
Planos del proyecto.	En el ANEXO B3 se presenta el plano de todo el

REQUERIMIENTO	INFORMACIÓN
	proyecto.
Fuente receptora del vertimiento.	La fuente receptora del vertimiento es el Río Alguacil.
Eficiencia de remoción de la PTARD	Como todavía no se realiza el proyecto, el vertimiento de aguas se debe cumplir con los requisitos del decreto 1594/1984. (Remoción de 80%)
Caudal de descarga (L/s)	5.63 L/s (caudal de diseño)
Frecuencia de la descarga (día/mes).	30 día/mes
Tiempo de descarga (Horas/día).	24 horas/día
Tipo de flujo.	Descarga continua.
Concepto sobre uso de suelo.	Según el certificado de uso del suelo de la vereda La Castellana es de Uso Rural. (ver ANEXO B4)
Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento.	En el ANEXO B7 (Digital), se presenta el documento según los términos de referencia emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial.

En el numeral 19 del Artículo 42 Decreto 3930 del 2010, solicita hacer una evaluación ambiental del vertimiento, por ser uno de los puntos de mayor importancia dentro del estudio se desarrolla a continuación, conforme lo establece el mismo Decreto en su Artículo 43 “Evaluación ambiental del vertimiento”.

3.2.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO.

3.2.1.1 Localización georeferenciada de proyecto, obra o actividad.

Para el proyecto del sistema de vertimiento de aguas residuales domésticas de la Vereda La Castellana, la Alcaldía Municipal tiene previsto la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas y el punto de vertimiento sobre el Río Alguacil.

Tabla 13. Localización georeferenciada del proyecto.

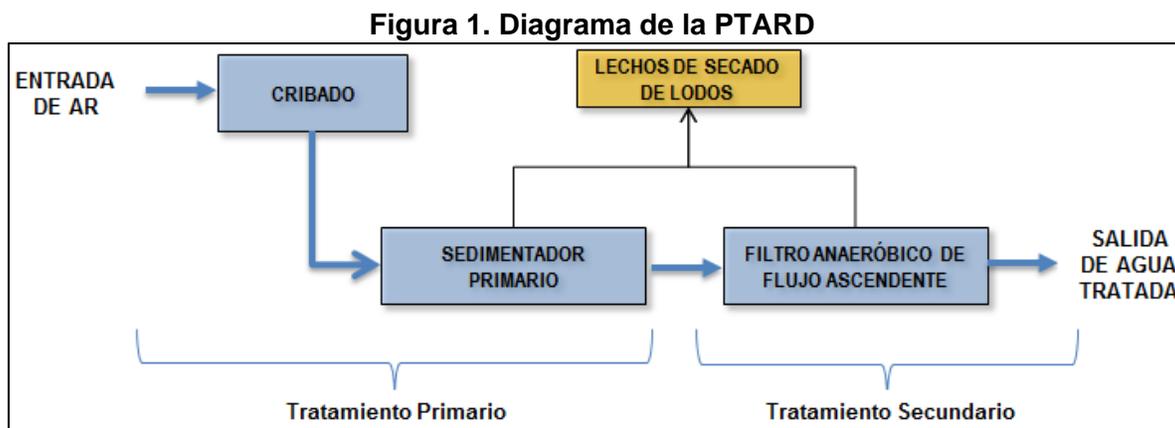
LA CASTELLANA - PUNTO VERTIMIENTO	
Ubicación (WGS84)	N: 00° 55' 41.3'' W: 76° 41' 50.9''
Vereda	LA CASTELLANA
Frecuencia de la descarga	30 días al mes
Tiempo de descarga	24 horas al día
Tipo de Flujo	Continuo
LA CASTELLANA - PTARD	
Ubicación (WGS84)	N: 00° 55' 41.2'' W: 76° 41' 51.8''
Vereda	LA CASTELLANA

Elaboración: Propia

3.2.1.2 Memoria detallada del proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar, con especificaciones de procesos y tecnologías que serán empleados en la gestión del vertimiento.

En el Ítem 17 del documento en Anexo B, se detalla las unidades proyectadas y cuál es el proceso a utilizar en el sistema de tratamiento, en resumen se instalarán sistemas de tratamiento primario como rejilla de cribado con bandeja de drenaje, tanque sedimentador primario con manejo de espumas; y como tratamiento secundario se cuenta con un filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA, y una vez cumpla con las concentraciones estipuladas en el decreto 1594 del 84, pasa a ser dispuesta en el Río Alguacil, por otro lado los lodos producidos en el tanque de sedimentador y filtro anaeróbico se dispondrán en un lecho de secado de lodos.

En la figura 1 podemos observar un esquema general de lo que consta el sistema de tratamiento proyectado para la vereda La Castellana.



Fuente: elaboración propia

3.2.1.3 Información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos químicos, formas de energía empleados y los procesos químicos y físicos utilizados en el desarrollo del proyecto, obra o actividad que genera los vertimientos.

El sistema séptico empleado, solo requiere de una siembra de bacterias en el filtro anaeróbico, las cuales serán las que actuarán como reductoras de compuestos biodegradables, estas bacterias son inofensivas y no son generadoras de enfermedades, ya que son creadas, cultivadas y aisladas solo para consumir los compuestos biodegradables, además que son microorganismos muy susceptibles a cambios, es decir solo viven en las condiciones controladas. Estas bacterias son el único insumo a utilizar para el sistema séptico; no se utilizarán productos

químicos de ningún índole; en cuanto a energía a utilizar no se utilizara si no la energía cinética otorgada por la gravedad, ya que los tanques estarán dispuestos en cotas escalonadas, es decir el campamento estará en una cota más alta y el resto de componentes estarán en una cota más baja que el anterior.

3.2.1.4 Predicción y valoración de los impactos que puedan derivarse de los vertimientos generados por el proyecto, obra o actividad sobre el suelo.

Para la realización de la evaluación de impactos ambientales se hizo con base a la metodología de CONESA; “Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental” Vicente CONESA FERNANDEZ y la “Guía Metodológica para la Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental” de María Gabriela DELLAVEDOVA.

Metodología de Evaluación De Impactos.

Identificación de Impactos con Proyecto.

A continuación se describen las etapas de la determinación de los aspectos e impactos ambientales y su significancia ambiental.

Como una etapa inicial, es necesario identificar los aspectos e impactos relacionados con cada una de las actividades del proyecto, teniendo en cuenta este escenario, se identifican las respectivas actividades, los aspectos ambientales y se determina una aproximación de los posibles impactos. El proceso de identificación tiene cinco (5) etapas generales a saber:

- ✓ **Identificación de Actividades del Proyecto**
Descripción resumida de cada una de las actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto.
- ✓ **Determinación de Recursos Naturales Requeridos**
Se identifican las necesidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales requeridos por el proyecto (vertimientos)
- ✓ **Identificación de Necesidades Energéticas**
Relación de insumos energéticos necesarios para el desarrollo del proyecto (combustibles, fuentes de aprovisionamiento, energía, entre otros).
- ✓ **Inventario de Residuos Generados por la Actividad**
Relación de tipo de residuos generados por el desarrollo del proyecto (residuos domésticos, industriales, especiales, entre otros) que puedan ocasionar impactos negativos en el medio.
- ✓ **Identificación de Accidentes Tecnológicos o Incidentes de Contaminación.**
Descripción de un panorama de riesgos asociado a las actividades del proyecto.

Determinación de la Significancia de los Aspectos e Impactos Ambientales.

Para determinar la significancia de los aspectos e impactos ambientales se siguieron los siguientes pasos:

Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA)

La evaluación de la importancia ambiental se determina utilizando los parámetros de Carácter o Signo, Intensidad, Extensión, Momento, Persistencia, Reversibilidad, Recuperabilidad, Sinergia, Acumulación, Efecto, Periodicidad y Probabilidad, que se evalúan conforme a los criterios de la siguiente Tabla.

Tabla 14. Criterios para Evaluación de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA) y de la Significancia Ambiental (SA).

SIGNO (SIG)		
Carácter beneficioso o perjudicial de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Negativo	N (-)	Impacto Negativo sobre el medio
Positivo	P (+)	Impacto Positivo sobre el medio
INTENSIDAD (INT)		
Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Trata sobre la gravedad de las consecuencias		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Baja	1	Efectos ambientales y económicos no significativos: <ul style="list-style-type: none">• Contaminación térmica (descargas 0,5°C o más por encima de la temperatura del cuerpo receptor y menor a 40°C)• Ruido de fondo al que se esté expuesto en forma continua (8 horas, hasta 70 DB)• Residuos sólidos no peligrosos almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente.

Media	2	<p>El efecto no compromete los recursos naturales; pérdida ambiental o económica mínima (menos de 100 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descargas con parámetros de DBO₅ (Demanda Bioquímica de oxígeno) mayores a 250 mg/l y/o SST (Sólidos en Suspensión Totales) mayores a 200 mg/l. • Ruido de fondo al que se esté expuesto hasta por cuatro horas entre 70 y 80 dB). • Residuos Biodegradables almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente.
Alta	4	<p>El efecto no es suficiente para poner en grave riesgo los recursos naturales; pérdida ambiental o económica mínima (entre 100 y 300 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altos Niveles sonoros (entre 80 y 85 dB con exposición hasta por cuatro horas). • Calentamiento Global o Agotamiento de la capa de Ozono por emisión de contaminantes atmosféricos de segundo grado: Anhídrido Carbónico (CO₂), Metano (CH₄), Cloro Fluoro Carbonos (CFCs), Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs). • Residuos no Biodegradables almacenados temporalmente en forma inadecuada, transportados o dispuestos incorrectamente.
Muy Alta	8	<p>El impacto afecta gravemente los recursos naturales, o causa pérdidas económicas significativas (más de 300 SMLMV).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efluentes líquidos conteniendo ácidos o bases altamente concentrados. • Altos niveles sonoros: 85 dB con 8 hrs de exposición, o aumentando de a 5 dB con la mitad del tiempo de exposición (90 dB: 4 hrs; 95 dB: 2 hrs, 100 dB: 1 hrs, etc.). • Gases que pueden causar lluvias ácidas y/o que por su toxicidad, de acuerdo al tiempo de exposición son cancerígenos o pueden causar la muerte (SO₂, NO_x, H₂S, NH₄, vapores de plomo, dioxinas y furanos provenientes de procesos de incineración). • Cenizas provenientes de incineradores. Residuos peligrosos (Corrosivos, reactivos, explosivos tóxicos, inflamables o patógenos).
Total	12	El impacto será la destrucción total del componente del ambiente calificado.
EXTENSIÓN (EXT)		
Corresponde al área de influencia del impacto, es decir al área hasta donde tienen manifestación las consecuencias del suceso.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Puntual	1	El impacto se localiza en un espacio reducido (+-5 m de radio), dentro de las instalaciones.
Parcial	2	El impacto se manifiesta dentro de la instalación, sin salir de ella pero en un área más amplia que la anterior
Extenso	4	El impacto tiene manifestaciones fuera de la instalación
Total	8	El impacto afecta el área del proyecto
MOMENTO (MOM)		
El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.		

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Largo Plazo	1	Las manifestaciones se producen después de 6 meses.
Mediano Plazo	2	Las manifestaciones se producen entre 1 y 6 meses.
Inmediato	4	Las manifestaciones se producen entre 1 día y un mes
Crítico	4+	Las manifestaciones se producen inmediatamente.
PERSISTENCIA (PER)		
Tiempo de permanencia del efecto desde su aparición hasta que el elemento afectado vuelva a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o a través de medidas correctoras.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Fugaz	1	El efecto permanece entre 1 día y un mes
Temporal	2	El efecto permanece entre 1 y 6 meses.
Permanente	4	El efecto permanece más 6 meses.
REVERSIBILIDAD (REV)		
Posibilidad de reconstrucción del elemento que ha sido afectado por una actividad determinada, recuperando sus condiciones iniciales por medios naturales.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Corto plazo	1	El retorno a condiciones originales toma menos de un (1) año
Mediano plazo	2	Se requieren de uno (1) a cinco (5) años
Irreversible	4	El retorno a condiciones originales toma más de cinco años
RECUPERABILIDAD (REC)		
Posibilidad de un elemento para recuperar sus condiciones iniciales por medio de la intervención humana y la tecnología.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Recuperable Inmediato	1	La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año
Recuperable a Mediano Plazo	2	Entre uno (1) y cinco (5) años
Mitigable	4	La recuperación toma más de cinco (5) años
Irrecuperable	8	No hay posibilidades de una recuperación
SINERGÍA (SIN)		
El impacto de dos acciones simples que actúan simultáneamente es mayor que el provocado por las acciones que actúan de modo independiente no simultáneamente.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Sin sinergismo	1	La acción no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.
Sinérgico	2	Se presenta un sinergismo moderado.
Muy sinérgico	4	Altamente sinérgico
ACUMULACIÓN (ACU)		
Trata sobre la posibilidad que el impacto se acumule con otros de la misma o diferente categoría, o sobre el mismo o diferente componente del medio. Incremento progresivo en la manifestación del impacto, cuando se repite en forma continua la acción que lo genera.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Simple	1	El impacto actúa por sí sólo. La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año.
Acumulativo	4	El efecto se suma a otros para incrementar el daño.

EFFECTO (EF)		
Representa la manifestación del efecto sobre un elemento, como consecuencia de una actividad.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Indirecto (Secundario)	1	Su manifestación no es consecuencia directa de la acción.
Directo (Primario)	4	Se manifiesta es consecuencia directa de la acción.
PERIODICIDAD (PR)		
Indica la regularidad de manifestación del efecto en el tiempo si es cíclica (efecto periódico), impredecible (efecto regular) o constante (efecto continuo).		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Irregular	1	El efecto se manifiesta de forma impredecible en el tiempo.
Periódico	2	El efecto se manifiesta de forma cíclica o recurrente en el tiempo.
Continuo	4	El efecto se manifiesta de forma constante en el tiempo.
VALORACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL (IMA)		
El valor asignado a la IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL , está representada por un valor que se deduce mediante el modelo propuesto, en función del valor asignado a cada uno de los parámetros considerados.		
IMA = [SIG (3INT + 2EXT + MOM + PER + REV + REC + SIN + ACU + EF + PR)]		
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (P)		
Probabilidad de que pueda ocurrir dicho impacto. Una vez obtenida la calificación del impacto se determina la frecuencia con la que ocurre el aspecto ambiental evaluado		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Poco probable	0.5	La probabilidad de ocurrencia del efecto es poco probable. De ocurrencia excepcional (menos de una vez por año)
Probable	0.8	La probabilidad de ocurrencia del efecto es probable. Entre mensual y semanal durante el proyecto.
Seguro	1	La probabilidad de ocurrencia del efecto es segura. Diaria o Permanente durante la operación.
VALORACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA AMBIENTAL		
Una vez se tenga calculado el valor de la Importancia del Impacto Ambiental (IMA), este se multiplica por la Probabilidad de Ocurrencia, lo cual nos da como resultado la Significancia Ambiental (SA)		
SA = IMA*P		

Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Conesa Vicente

Calificación de los Impactos

El resultado final de la evaluación es la clasificación de los impactos con base en los valores de importancia establecidos, como se presenta en la matriz de calificación.

Los valores obtenidos de la calificación de la importancia del impacto ambiental multiplicados por la probabilidad dará la evaluación final de cada impacto o

significancia ambiental. Esta calificación permite establecer las categorías de significancia según la escala de valores presentada en la siguiente Tabla.

Tabla 15. Categorías de Significancia según la Escala de Valores.

ESCALA DE SIGNIFICANCIA	SIGNIFICADO	INTERPRETACIÓN
> 75	Críticos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El aspecto ambiental es muy significativo. ✓ Exige atención prioritaria, inmediata.
51 - 75	Severos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El aspecto ambiental se considera significativo. ✓ Exige la implementación de medidas de manejo específicas de carácter preventivo y correctivo.
25 - 50	Moderados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El aspecto ambiental se considera medianamente significativo, por lo cual debe mantenerse en observación y seguimiento mediante la aplicación de medidas de mitigación y control.
< 25	Irrelevantes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El aspecto ambiental se considera poco o no significativo, ya que no representa una amenaza significativa para el medio. ✓ Actuar sobre él no es prioritario, aunque debe tenerse en cuenta las medidas básicas de manejo ambiental.

Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Conesa Vicente

El análisis de los impactos para el proyecto, se basa en la caracterización ambiental del área de influencia y las características técnicas del proyecto.

En la siguiente Tabla se presentan los indicadores de impactos evaluados para las actividades de vertimiento.

Tabla 16. Indicadores de Impactos.

MEDIO	COMPONENTE	INDICADORES
FÍSICO	Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida del suelo o Erosión
	Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido • Emisiones de polvo • Emisiones de gases contaminantes
	Aguas	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio calidad de agua superficial.

Fuente: Propia

En la Tabla 17 se presentan las consideraciones y parámetros para la calificación de impactos.

Tabla 17. Escala de valoración para la caracterización de Impactos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS				
ATRIBUTO CUALITATIVO	CARACTERIZACIÓN DEL ATRIBUTO		VALORACIÓN CUALITATIVA	VALORACIÓN CUANTITATIVA
SIGNO (SIG)	Carácter beneficioso o perjudicial de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	Beneficioso (+) Perjudicial (-) Efectos difíciles de predecir (x)	Impacto Beneficioso Impacto Perjudicial	(+) P (-) N
INTENSIDAD (I)	Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.	Entre 1 y 12 Afección mínima 1 Destrucción total 12	Baja Media Alta Muy Alta Total	1 2 4 8 12
EXTENSIÓN (EX)	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.	Impacto Puntual 1 Impacto Parcial 2 Impacto Extenso 4 Impacto Total 8	Puntual Parcial Extenso Total Crítica	1 2 4 8 (4+)
MOMENTO (MO)	El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.	Momento Inmediato y Corto Plazo 4 Medio Plazo (1 a 5 años) 2 Más de 5 años (Largo Plazo) 1	Largo Plazo Medio Plazo Inmediato Crítico	1 2 4 (4+)
PERSISTENCIA (PE)	Tiempo de permanencia del efecto desde su aparición hasta que el elemento afectado vuelva a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o a través de medidas correctoras.	Efecto Fugaz 1 Efecto Temporal 2 Efecto Permanente 4	Fugaz Temporal Permanente	1 2 4
REVERSIBILIDAD (RV)	Posibilidad de reconstrucción del elemento que ha sido afectado por una actividad determinada, recuperando sus condiciones iniciales por medios naturales.	Corto Plazo 1 Medio Plazo 2 Irreversible 4	Corto Plazo Medio Plazo Irreversible	1 2 4

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS				
ATRIBUTO CUALITATIVO	CARACTERIZACIÓN DEL ATRIBUTO		VALORACIÓN CUALITATIVA	VALORACIÓN CUANTITATIVA
RECUPERABILIDAD (MC)	Posibilidad de un elemento para recuperar sus condiciones iniciales por medio de la intervención humana.	Recuperable Inmediato 1	Recuperable Inmediato	1
		Recuperable Mediano Plazo 2	Recuperable Mediano Plazo	2
		Mitigable 4 Irrecuperable 8	Mitigable Irrecuperable	4 8
SINERGIA (SI)	El impacto de dos acciones que actúan simultáneamente es mayor que el provocado por las acciones que actúan de modo independiente.	Sin sinergismo 1	Sin sinergismo	1
		Sinérgico 2	Sinérgico	2
		Muy sinérgico 4	Muy sinérgico	4
ACUMULACIÓN (AC)	Incremento progresivo en la manifestación del impacto, cuando se repite en forma continua la acción que lo genera	Simple 1	Simple	1
		Acumulativo 4	Acumulativo	4
EFECTO (EF)	Representa la manifestación del efecto sobre un elemento, como consecuencia de una actividad.	Indirecto 1	Indirecto	1
		Directo 4	Directo	4
PERIODICIDAD (PR)	Indica la manifestación del efecto en el tiempo si es cíclica (efecto periódico), impredecible (efecto regular) o constante (efecto continuo).	Irregular 1	Irregular	1
		Periódico 2	Periódico	2
		Continuo 4	Continuo	4
PROBABILIDAD (p)	Probabilidad de que pueda ocurrir dicho impacto		Poco Probable	0,5
			Probable	0,8
			Seguro	1

Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Conesa Vicente

En la **Tabla 18** se muestra una relación de la actividad, aspectos y elementos ambientales involucrados, así como los posibles impactos que se pueden generar a partir del desarrollo del proyecto; con la ayuda de la tabla 24 “criterios de evaluación de impactos” se hace la calificación de cada impacto ambiental de acuerdo a los diferentes criterios (Atributo Cualitativo), asignando la valoración adecuada, obteniendo como resultado la Matriz De Evaluación De Impactos Ambientales De Vertimientos De Aguas Residuales Domesticas, para la vereda la Castellana que se presenta en la tabla 26.

Tabla 18 Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales

CALIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES SEGÚN IMPORTANCIA AMBIENTAL			
ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	ELEMENTO AMBIENTAL INVOLUCRADO	IMPACTOS AMBIENTALES
INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA VERTIMIENTO.	Adecuación e instalación	Recurso Hídrico	Variación de la calidad del agua Superficial.
		Aire	Generación de ruido
			Afectación calidad del aire por emisión de Material Particulado y Gases
	Suelo	Erosión	
	Disposición de Residuos Líquidos	Recurso Hídrico	Variación de la calidad del agua Superficial.
		Aire	Afectación calidad del aire por emisión de Material Particulado y Gases
	Disposición de Residuos Sólidos	Recurso Hídrico	Variación de la calidad del agua Superficial.
		Aire	Afectación calidad del aire por emisión de Material Particulado y Gases
		Suelo	Variación Calidad del suelo

Elaboración: Propia

CALIFICACIÓN DE IMPACTOS

A continuación en la siguiente Tabla se analizan y evalúan los impactos ambientales que se pueden presentar por el vertimiento de agua tratada.

Tabla 19 Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales de Vertimientos de Aguas Residuales Domésticas.

CALIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES SEGÚN IMPORTANCIA AMBIENTAL				CRITERIOS													
ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	ELEMENTO AMBIENTAL INVOLUCRADO	IMPACTOS AMBIENTALES	SIG	INT	EXT	MOM	PER	REV	REC	SIN	AC	EF	PR	IMA	P	
INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO.	Adecuación e instalación	Recurso Hídrico	Variación de la calidad del agua Superficial.	N	1	1	4	1	2	1	2	1	1	1	-9	0.5	
		Aire	Generación de ruido	N	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	0.5
			Afectación calidad del aire por emisión de Material Particulado y Gases	N	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	0.5
		Suelo	Erosión	N	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-15.2	0.8
	Disposición de Residuos Líquidos	Recurso Hídrico	Variación de la calidad del agua Superficial.	N	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-16	1
		Aire	Afectación calidad del aire por emisión de Material Particulado y Gases	N	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-12.8	0.8
	Disposición de Residuos Sólidos	Recurso Hídrico	Variación de la calidad del agua Superficial.	N	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	0.5
		Aire	Afectación calidad del aire por emisión de Material Particulado y Gases	N	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	-8	0.5
		Suelo	Variación Calidad del suelo	N	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	-20	1

Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Conesa Vicente. Modificado por CIAM S.A.S

CLASIFICACION DEL IMPACTO.		
VALOR	CONCEPTO	IDENTIFICACION
25 <	Irrelevantes	
25-50	Moderado	
50-75	Severos	
<75	Críticos	

Fuente: Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Conesa Vicente

Para los siguientes componentes, no se prevén impactos adicionales:

- **Suelos**

Para la construcción de PTARD y el punto de Vertimiento se realizarán excavaciones poco profundas que serán rellenadas nuevamente, de moderada intensidad, con muy baja probabilidad de ocurrencia en razón de los tamaños del área, con baja tendencia al deterioro, dependiendo de la ocurrencia o no de lluvias, con un área de influencia puntual y reversibilidad a corto plazo por la misma corta duración de la actividad.

- **Aire**

La afectación del recurso aire es mínimo ya que el sistema tiene muy poco procedimiento mecánico y mucho menos de combustión, la única obra que utiliza maquinaria es la construcción de tanque sedimentador, el resto de las obras se realizarán manualmente lo cual ayudado del tipo de suelo (Arcillolitas) no se generará mucho material particulado, ni ruido, ya que como se mencionó anteriormente no se utilizará maquinaria.

- **Aguas superficiales**

Para la disposición o vertimiento en los cuerpos de agua, no se espera gran afectación, dado que las condiciones de tratamiento de las mismas ofrecen las garantías de (control y seguimiento); además se hace la remoción de los contaminantes asociados antes de realizar dicha disposición final, cumpliendo así con los límites permisibles según la norma.

En conclusión el impacto negativo del vertimiento al medio es mínimo o bajo, ya que en primera instancia para realizar el vertimiento la calidad del agua deberá cumplir con los límites exigidos por la norma, y por otra parte, el caudal de vertimiento realmente es pequeño con respecto al caudal de la fuente receptora. En cambio el impacto positivo para la comunidad se verá reflejado en mejoras de la calidad de vida.

3.2.1.5 Predicción a través de modelos de simulación de los impactos que cause el vertimiento en el cuerpo de agua y/o al suelo, en función de la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo de agua receptor y de los usos y criterios de calidad establecidos en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Simulación de Calidad de agua.

Debido al alcance del trabajo realizado en la vereda La Castellana y las limitaciones de información disponible, la evaluación del impacto ambiental del vertimiento sobre el río Alguacil se limitó a calcular la concentración de

contaminantes después de la mezcla, mediante un balance de masas. Por esta misma razón no es posible correr un modelo de simulación de los impactos que causa el vertimiento. Los cálculos que se realizan son de manera presuntiva, puesto que no se tiene un vertimiento, se asume que las aguas residuales que llegaran a la PTAR tienen las características generales de aguas residuales domésticas y que la PTAR cumple con una remoción suficiente para dar cumplimiento con lo estipulado en el decreto 1594 del 84.

Para el control de la contaminación en corrientes superficiales (Ríos), se deben conocer las tendencias y comportamientos de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, tanto en el espacio como en el tiempo, lo cual establece predicciones mediante ecuaciones matemáticas, físicas y químicas de los diferentes parámetros, con el propósito de determinar la calidad de la fuente analizada, para establecer programas de monitoreo y seguimiento en beneficio de las poblaciones adyacentes a la corriente de agua superficial.

En relación con lo anterior, la reglamentación de una corriente, estaría relacionada con el uso racional del recurso y el establecimiento de normas de calidad que permitan tener un control sobre las diferentes descargas que aporten contaminantes a la corriente principal, y mediante la aplicación de ecuaciones, nos permite obtener el comportamiento de la corriente frente a las diferentes descargas en varios escenarios de estimaciones, y con base a esto adoptar las medidas correctivas necesarias para cumplir con las normas establecidas.

Por consiguiente el presente trabajo expone la capacidad de asimilación del cuerpo receptor del Río Alguacil realizando un balance de masas y cálculos hidráulicos basados en modelos matemáticos de longitudes de mezclas, con el propósito de estimar el impacto producido por el vertimiento de las aguas residuales en la ejecución del proyecto.

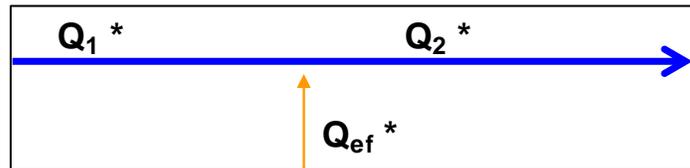
El objetivo es analizar el comportamiento de los vertimientos de agua residuales generadas por las actividades del proyecto, en términos de su dispersión y dilución en los cuerpos de agua mediante el procedimiento de balances de masas y modelo hidráulico basado en modelo matemático. Para esto se utilizaron los análisis de la muestra tomada en el cuerpo de agua receptor y asumiendo que el vertimiento cumple con los límites permisibles de calidad de aguas según la norma Decreto 1594 de 1984 sobre vertimientos, Art. 72 y 74.

Cuando una carga contaminante se introduce en un cuerpo de agua, este sufre tres acciones fundamentales: dispersión, transporte advectivo y transformación (reacción o degradación). Si se halla la manera de conocer cómo se producen éstos cambios de concentración por esas acciones, en el tiempo y en el espacio, se tiene definido el modelo. La relación entre concentración y carga contaminante se expresa como:

Carga	=	Concentración	*	Caudal
Masa/tiempo	=	masa/volumen	*	volumen/tiempo

Balance de masas

La base de esta ecuación es que la carga aportada por la descarga o afluente más la carga de la corriente principal tiene que ser igual a la carga en el punto inmediatamente aguas abajo de la descarga, asumiendo que existe una **mezcla completa** del sistema. Esquemáticamente puede representarse así:



Estableciendo el balance de masas se tiene:

$$Q_2 * C_2 = Q_1 * C_1 + Q_{ef} * C_{ef}$$

Dónde:

- Q_2 = Caudal de la corriente aguas abajo de la descarga
- C_2 = Concentración en la corriente aguas abajo de la descarga
- Q_1 = Caudal aguas arriba de la descarga
- C_1 = Concentración aguas arriba de la descarga
- Q_{ef} = Caudal del efluente (descarga)
- C_{ef} = Concentración en el efluente (descarga)

La ecuación puede reagruparse y así obtener la concentración del efluente.

$$C_{ef} = \frac{(Q_2 * C_2 - Q_1 * C_1)}{Q_{ef}}$$

Esta ecuación puede ser usada para calcular la concentración del efluente y determinar la carga máxima permisible en la descarga de acuerdo a la reglamentación y usos de la corriente.

Para la determinación de la capacidad de asimilación del cuerpo de agua con respecto a los vertimientos de aguas residuales generadas por la actividad del proyecto, se toman los siguientes variables fijas:

- Caudal de Vertimiento: es de máximo 5,63 l/s

- Número de puntos de vertimiento: un punto de vertimiento puntual
- Forma de vertimiento: Continuo

Características físico-químicas del vertimiento (según cumplimiento del decreto 1594 de 1984)

Para el balance de masas del vertimiento de aguas residuales en el cuerpo de agua mencionado anteriormente, se establece la siguiente caracterización del agua:

En la **Tabla 20** se relacionan los criterios de calidad aceptables para destinación de vertimiento.

Tabla 20. Criterios de calidad de agua de acuerdo con el decreto 1594 de 1984.

Parámetros	Calidad esperada Del Vertimiento. Decreto 1594/84
	Art. 72 y 74
Arsenico (mg/L)	0.5
Bario (mg Ba/L)	5
Cadmio (mg Cd/L)	0.1
Cianuro (mg/L)	1
Cobre (mg/L)	3
Cromo Total mg Cr/L	0.5
DBO5 (mg/LO2)	250
DQO (mg/LO2)	500
Fenoles Totales mg/L	0.2
Grasas y Aceites mg/L	1
Mercurio (mg/L)	0.02
Niquel (mg Ni/L)	2
Oxigeno Disuelto, (mg/L02)	5
pH	9
Plata (mg Ag/L)	0.5
Plomo (mg Pb/L)	0.5
Selenio (mg/L)	0.5
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	150
Temperatura Muestra	23

FUENTE: Decreto 1594 de 1984

En la inspección en campo se determinó que el área de influencia a analizar no presenta descargas de otros efluentes, estructuras hidráulicas de captación, ni afluentes que requieran ser tenidos en cuenta. Adicionalmente la topografía del sector es Plana, por tanto no se identifican sectores que representen un mayor potencial de aporte por escorrentía superficial provocando cambios en los parámetros no conservativos.

En un cuerpo de agua donde el flujo es predominantemente unidimensional existen fuertes gradientes de velocidad tanto en la vertical como a lo ancho de la sección transversal, la velocidad es cero en las orillas y máxima en el centro del canal, por tanto el contaminante o sustancia disuelta será transportado hacia aguas abajo a diferentes velocidades; según lo anterior, se determinó el tiempo de viaje en los cuerpos de agua del presente estudio:

- Escenarios Críticos: definido como las condiciones de caudales mínimos o de estiaje del río, máximo caudal del vertimiento y concentraciones máximas de cada uno de los parámetros vertidos permitidos por el Decreto 1594/84. Todo lo anterior teniendo en cuenta el régimen hidrológico de estas fuentes que es un comportamiento según la época climatológica (Precipitación), por tal razón el balances de masas se calcula con el caudal mínimo de la época de verano y máximo de la época de invierno, y para calcular las longitudes de mezcla se utilizara la información hidráulica del caudal medio (Tomado en Campo), es decir que la información de ancho de cauce, velocidad y caudal serán los calculados mediante aforo en campo. En la **Tabla 21** se expresan los diferentes caudales esperados en diferentes condiciones meteorológicas para el Rio el Alguacil y el caudal a verter.

Datos para Balance de masas.

Tabla 21 Caudales para balance de masas.

Fuente	Caudal Mínimo Esperado de la Fuente (lts/s)	Caudal maximo de la Fuente (lts/s)	Caudal Máximo del Vertimiento (lts/s)
Rio Alguazil	336,5	16.825,6	5,63

Elaboración: Propia

Cálculos de Longitudes de Mezcla y Balances de Masas

Longitudes De Mezcla

Las expresiones típicas para el cálculo de longitudes de mezclas en condiciones críticas se muestran a continuación:

Río Alguacil

- Coeficiente de dispersión lateral

$$D = \frac{0.011 \times U^2 \times B^2}{H \times U} \quad \text{Fischer 1979. (D)}$$

Dónde:

U = velocidad

B = ancho de la sección

H = profundidad

$U = \text{velocidad de corte} = \sqrt{gHS}$, Donde: $g = \text{Aceleración } 9.81$
 $H = \text{Profundidad}$
 $S = \text{Pendiente}$

- Longitud de mezcla del vertimiento:

Descarga en la orilla

$$L = \frac{0.1 \times U \times B^2}{D_{\text{lateral}}}$$

Descarga en el centro

$$L = \frac{0.4 \times U \times B^2}{D_{\text{lateral}}}$$

Para este río se tiene (Ver Tabla 31):

Tabla 22. Datos para el río El Alguacil.

Vel (m/s)	0,874
S (Pendiente) (m/s)	0,005
U (Vel de Corte) (m/s)	0,093
U^2 (Vel de Corte) (m/s)	0,009
B^2 (Ancho sección) (m)	735,494
D (Coefi. Dispersión Lateral Fischer 1979)	4,253
Longitud de mezcla	
Longitud de mezcla (Descarga orilla) (m)	6,4545
Longitud de mezcla (Descarga centro) (m)	1,6136

Elaboración: Propia

Por lo anterior es mejor hacer la descarga en el centro del cauce, la longitud de mezcla es menor, disminuyendo el impacto del vertimiento.

Balance de Masas

Para estimar el impacto de los principales contaminantes sobre el cuerpo de agua se realizaron los siguientes cálculos:

$$C_2 = \frac{(Q_{ef} * C_{ef} + Q_1 * C_1)}{Q_2}$$

Con base en la ecuación anterior se calcularon las concentraciones de los parámetros en el punto aguas abajo de la longitud de mezcla, utilizando los valores críticos de vertimientos si estos se hicieran con estas concentraciones y las concentraciones encontradas del cuerpo receptor (**ANEXO 6**, Resultados de Laboratorio), en la siguiente **Tabla** se indica las concentraciones aguas abajo de zona de mezcla.

Tabla 23. Concentraciones aguas abajo de la zona de mezcla.

Rio Alguazil				
Parametros	PUNTOS			
	Rio Alguazil	Calidad esperada del Vertimiento. Dec 1594/84	Concentracion despues de mezcla completa. Caudal Minimo	Concentracion despues de mezcla completa. Caudal Maximo
Arsenico (mg/L)	0.00034	0.5	8.56E-03	5.07E-04
Bario (mg Ba/L)	0.01	5	9.21E-02	1.17E-02
Cadmio (mg Cd/L)	0.007	0.1	8.53E-03	7.03E-03
Cianuro (mg/L)	0.01	1	2.63E-02	1.03E-02
Cobre (mg/L)	0.046	3	9.46E-02	4.70E-02
Cromo Total mg Cr/L	0.05	0.5	5.74E-02	5.02E-02
DBO5 (mg/LO2)	16	250	1.99E+01	1.61E+01
DQO (mg/LO2)	25	500	3.28E+01	2.52E+01
Fenoles Totales mg/L	0.002	0.2	5.26E-03	2.07E-03
Grasas y Aceites mg/L	4	1	3.95E+00	4.00E+00
Mercurio (mg/L)	0.002	0.02	2.30E-03	2.01E-03
Niquel (mg Ni/L)	0.054	2	8.60E-02	5.47E-02
Oxigeno Disuelto, (mg/LO2)	6.02	5	6.00E+00	6.02E+00
pH	7.81	9	7.83E+00	7.81E+00
Plata (mg Ag/L)	0.002	0.5	1.02E-02	2.17E-03
Plomo (mg Pb/L)	0.053	0.5	6.04E-02	5.31E-02
Selenio (mg/L)	0.00012	0.5	8.35E-03	2.87E-04
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	20	150	2.21E+01	2.00E+01
Temperatura Muestra	23.5	23	2.35E+01	2.35E+01

FUENTE: Equipo Consultor. 2012

Según los datos anteriores, con el vertimiento de aguas residuales de concentraciones críticas o concentraciones esperadas, se tendría en el cuerpo de agua una disminución de esta concentración debido a las características hidrológicas y de autodepuración que posee este cuerpo de agua. El impacto se manifestará en la zona o longitud de mezcla, por tanto, se debe garantizar que esta zona sea de la menor longitud posible. Con base en lo anterior no se espera un impacto significativo en la corriente de agua, principalmente debido a la diferencia de caudales entre el natural y el que se va verter, adicionalmente se debe tener en cuenta que las formulas estiman la mezcla sin incluir los procesos de degradación química y biológica sufrida por los compuestos al entrar en

contacto con el agua, por tanto es de esperar que las concentraciones sean todavía menores a las estimadas, además el vertimiento debe cumplir con las concentraciones de norma que exige el decreto 1594 de 1984.

Se hace un análisis más específico sobre dos parámetros importantes (DBO5 y SST), y así tener un mejor criterio sobre los impactos generados en la fuente receptora por los contaminantes arrojados. Con la ayuda de la ecuación (*) y con los datos de la tabla 24 se calculó la concentración de estos dos parámetros, en dos situaciones bien particulares, sin tratamiento de las aguas residuales y con el debido tratamiento que se plantea. Los resultados están en la tabla 25 y el gráfico 3.

$$C_2 = \frac{(Q_{ef} * C_{ef} + Q_1 * C_1)}{Q_2} \quad (*)$$

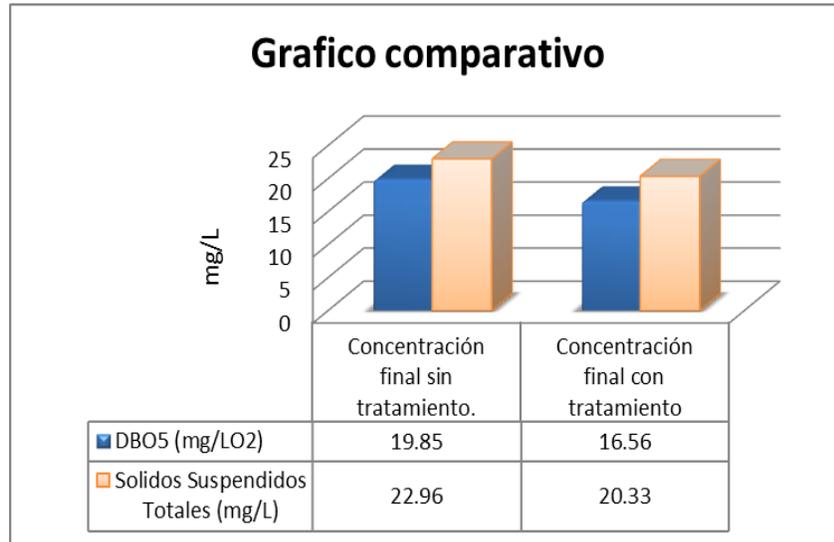
Tabla 24. Datos para balance de masa de la DBO5 y los SST.

Datos para DBO5	Datos sin tratamiento.	Datos con tratamiento (remoción 80%)
Q_1 (L/s)	336.5	336.5
C_1 (mg/LO ₂)	16	16
Q_{ef} (L/s)	5.63	5.63
C_{ef} (mg/LO ₂)	250	50
Q_2 (L/s)	342.13	342.13
Datos para SST	Datos sin tratamiento.	Datos con tratamiento (remoción 80%)
Q_1 (L/s)	336.5	336.5
C_1 (mg/L)	20	20
Q_{ef} (L/s)	5.63	5.63
C_{ef} (mg/L)	200	40
Q_2 (L/s)	342.13	342.13

Tabla 25. Resultados obtenidos del balance de masa de la DBO5 y los SST.

Parámetro	Concentración final sin tratamiento.	Concentración final con tratamiento
DBO5 (mg/LO ₂)	19.85	16.56
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	22.96	20.33

Grafico 3. Comparación del comportamiento de la DBO5 y los SST con y sin tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

De los resultados se puede concluir que a pesar que los cálculos se realizan con el caudal mínimo del río, los efectos son bajos debido al efecto de dilución y la gran diferencia de los caudales que existe, en otras palabras, los efectos negativos que recibe la fuente receptora por el vertimiento son mínimos.

Índices de contaminación.

Los índices de contaminación (ICO's) permiten evaluar cuantitativamente el impacto que sobre un cuerpo de agua produce una carga contaminante o cualquier actividad antrópica. Los índices se calculan relacionando los parámetros fisicoquímicos mediante tratamiento matemático.

A partir de los resultados de los análisis de laboratorio realizados en aguas superficiales sobre el río Alguacil, se procedió con la aplicación del siguiente Índice de Contaminación (ICOSUS) porque es el único que se puede calcular con la información existente:

ICOSUS: Índice de Contaminación por solidos suspendidos.

Tabla 26. Índice de Contaminación ICOSUS.

INDICE		PUNTO DE MONITOREO
		Río Alguacil
ICOSUS	Valor	0.04
	Clasificación	Muy Baja

Tabla 27. Valores de referencia para clasificación de la contaminación.

VALOR DEL ICO	CLASIFICACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN
0 – 0.2	Muy baja
0.2 – 0.4	Baja
0.4 – 0.6	Media
0.6 – 0.8	Alta
0.8 – 1.0	Muy Alta

Fuente: Ramírez, A. y Viña, G. (1998)

3.2.1.6 Manejo de residuos asociados a la gestión del vertimiento.

Puntualmente para el manejo del sistema de tratamiento del vertimiento, no se generaran residuos importantes, ya que los residuos generados son:

1. Bolsas o frascos o recipientes donde vienen las Bacterias en polvo.
2. Lodos decantados en el tanque sedimentador y filtros.

El manejo de estos residuos se hará de la siguiente manera:

1. Bolsas o recipientes: Para estos residuos se almacenaran en bolsas plásticas de color rojo y una vez se tenga la suficiente cantidad serán devueltas al proveedor de este material, para que ellos dispongan de estos residuos, dando así cumplimiento al ciclo de vida de los materiales utilizados por la empresa. Para esto dentro del proceso de la compra de materiales debe quedar claro cuál será el ciclo de vida del producto y los responsables de cada fase.
2. Lodos: Cada vez que se realice el mantenimiento del tanque sedimentador y filtros se extraerán los lodos en canecas o motobomba, y posteriormente serán dispuestos en el lecho de secado, una vez secos estos lodos serán dispuestos como abono orgánico sobre la vegetación natural aledaña al sistema de tratamiento. Es de aclarar que el material ya seco solo se dispondrá como abono orgánico sobre la vegetación natural, es decir árboles o arbustos de regeneración natural, en ningún caso o situación este será utilizado para cultivos de ninguna índole.

3.2.1.7 Descripción y valoración de los proyectos, obras y actividades para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el cuerpo de agua y sus usos o al suelo.

En el **ANEXO B6** (Digital), se presenta la ficha de manejo del vertimiento de residuos Líquidos y manejo de residuos sólidos.

3.2.1.8 Posible incidencia del proyecto, obra o actividad en la calidad de la vida o en las condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes del sector o de la región en donde pretende desarrollarse, y medidas que se adoptarán para evitar o minimizar efectos negativos de orden socio cultural que puedan derivarse de la misma.

En primera instancia, el proyecto se ubica en predios de la Junta de Acción Comunal de la vereda La Castellana, en áreas aledañas no encontramos asentamientos de comunidades Indígenas ni de negritudes, esto garantiza que no habrá impactos culturales sobre estas comunidades.

En cuanto a impactos sociales, son de tipo positivos, ya que la construcción de este proyecto y sistema de vertimiento, requieren de la contratación de mano de obra no calificada, que se contratará con personal de la misma región donde se harán las actividades, además la vereda queda con servicio de alcantarillado, lo que ayuda a mejorar la calidad de vida de la comunidad beneficiada. Por otro lado, este proyecto disminuye sustancialmente la contaminación por aguas residuales domésticas, reduciendo las enfermedades causadas por la proliferación de vectores.

En conclusión y definitivamente, la ejecución del proyecto traerá para la comunidad beneficios sociales y económicos sustentada en los comentarios anteriores.

3.3 TRAMITE DEL PERMISO DE VERTIMIENTO.

Con el documento terminado y la demás información requerida completada se radico la solicitud ante la autoridad ambiental para la solicitud del permiso de vertimiento, la información se entrega con el FUN (Formulario Único Nacional de Solicitud de Permiso de Vertimiento) debidamente diligenciado, **Ver Anexo 3** FUN La Castellana. La autoridad una vez verifico que la información se encontraba completa expidió un **AUTO DPT -0115 (15-05-2012)**, *Por medio del cual se admite y evoca conocimiento de la solicitud de trámite de Permiso de Vertimientos Domésticos, presentado por el Municipio de Villagarzón, con NIT. 800054249-0 representada por el Señor ALVARO JESUS RODRIGUEZ DIAZ, CC. 18.102.155 de Villagarzón (Putumayo), proyecto a ejecutarse en la Vereda La Castellana de Villagarzón, Departamento del Putumayo. Ver Anexo 4* Auto inicio La Castellana.

Después de radicada la solicitud y la expedición del auto de inicio del trámite se programó una visita técnica por parte de la autoridad ambiental, con acompañamiento de personal encargado del proyecto, CORPOAMAZONIA, CIAM

y el pasante. Con el fin de hacer verificación visual del proyecto y corroborar la veracidad de la información presentada.

Después de la visita técnica la autoridad ambiental profiere un informe donde declara que se encuentra reunida la información para tomar una decisión sobre la solicitud.

El 13 de Agosto de 2012 la autoridad ambiental falla mediante la RESOLUCION DTP -0238 por medio de la cual otorga un permiso de vertimientos líquidos de aguas residuales domésticas al Rio El Alguacil en la cantidad de 5.63 L/s en las coordenada N: 0° 55' 41,3" y W: 76° 41' 50,9" DATUM WGS84 a la Administración Municipal de *Municipio de Villagarzón, con NIT. 800054249-0 representada por el Señor ALVARO JESUS RODRIGUEZ DIAZ, CC. 18.102.155 de Villagarzón (Putumayo), para la operación del proyecto: construcción del sistema de recolección, transporte y disposición final de aguas residuales domésticas en la Vereda La Castellana de Villagarzón, Departamento del Putumayo, por el término de 5 años. Ver Anexo 5 Resoluciones.*

4 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PASANTIA

Como resultado del trabajo y acompañamiento en los trabajos desarrollados por el equipo de CIAM S.A.S se tiene:

- **Plan de Contingencias**, el cual fue entregado ESMOCOA S.A E.S.P y se hizo una socialización a los interesados, en las instalaciones de la Empresa se Servicios Públicos de la Ciudad de Mocoa. **Ver ANEXO B Plan de Contingencias.**
- **Tres Resoluciones**, por medio de las cuales se otorga permiso de vertimiento para los proyectos de alcantarillados rurales de las veredas: La Castellana, La Kofania y La Paz. **Ver ANEXO 5 Resoluciones.**

También se considera como resultado de este trabajo de pasantía, el importante aprendizaje que ha dejado y los aportes que se pueden hacer desde al punto de vista profesional a los grupos de trabajo en las diferentes empresas con las se relacionó, aportes que se pueden considerar y tener como punto de partida para nuevos estudios a futuro; entre los aportes más relevantes están:

- Análisis de riesgos para el área de influencia del relleno sanitario del municipio de Mocoa.
- Evaluación ambiental de los vertimientos, en los que podemos encontrar resultados de predicción a través de modelos de simulación de los impactos que causan los vertimientos en los cuerpos de agua, balance me masas para mirar la importancia del tratamiento.
- Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) que se elaboró con el fin de prever posibles eventualidades de emergencia ambiental en el manejo del vertimiento según lo contempla el decreto 3930 de 2010. En el que se Incluye generalidades del proyecto, análisis y valoración de los riesgos los cuales se asocian al manejo de los vertimientos de aguas residuales domésticas, seguridad técnica y operacional del sistema de tratamiento, medidas de prevención y mitigación asociadas al sistema de tratamiento, protocolos de emergencia y contingencia en caso fortuito que suceda un derrame de aguas residuales domesticas que ponga en riesgo la salud o la calidad e idoneidad del sistema receptor y el programa de rehabilitación y recuperación del cuerpo de agua receptor.

5 ANALISIS DE RESULTADOS

Plan de contingencias:

Este documento se elaboró a petición de la empresa encargada de prestar el servicio de aseo urbano en la ciudad de Mocoa Putumayo, como requerimiento de la autoridad ambiental. El plan de contingencia se enmarcó de acuerdo a la legislación colombiana vigente, y se empezó a desarrollar a partir de un análisis del estado de sus condiciones operativas y ambientales encontradas en el momento del cierre del relleno sanitario, condiciones evidenciadas durante la visita técnica, encontrándose con graves afectaciones al medio ambiente y sobre todo a las fuentes hídricas aledañas puesto que los lixiviados se estaban arrojando a un arroyo adyacente sin ningún tipo de tratamiento.

Al final, y pesar de la escasa información que se encuentra, se logra concluir con el documento Plan de Contingencias, en el que se consignan las pautas necesarias para preparar al grupo de respuesta para emergencias en el relleno sanitario en el manejo adecuado frente a una situación emergente, hasta el alcance que corresponda a una brigada básica que brinde seguridad a los trabajadores y protección del medio ambiente, proporcionando guías e información destinada a la adopción de procedimientos técnicos y administrativos estructurados, que faciliten responder rápida y eficientemente a situaciones de anomalía operativa.

Cabe mencionar que muchos de los problemas actuales se derivan de manejos anteriores que se realizaban en este sitio, el cual funcionaba como un botadero de basuras a cielo abierto sin especificaciones técnicas; a medida que ha pasado el tiempo el lugar de disposición de los residuos se fue acondicionando hasta convertirlo en un relleno sanitario haciendo una mejor gestión.

Por ser el primer documento que se elabora de este tipo (Plan de Contingencia) para este relleno sanitario, está sujeto a ser complementado, hacerle actualizaciones y mejoras.

Permisos de vertimiento:

Al final los tramites de las veredas La Castellana, La Kofania y La Paz se fallaron a favor del solicitante, si bien el trámite que se adelantaba para la Planta de Tratamiento del casco urbano de Villagarzón no se pudo concluir por razones ajenas a CIAM S.A.S, el balance es positivo, se logran los objetivos propuestos.

Los permisos de vertimiento se tramitan según decreto 3930 de 2010, Artículo 45 "*Procedimiento para la obtención del permiso de vertimientos*". Un trámite dispendioso, mucha de la información que se requiere no es fácil obtenerla, los sitios donde se ubican los proyectos están retirados del casco urbano y con presencia de grupos insurgentes, en la Corporación los tramites no son muy diligentes y por todo lo anterior el tiempo transcurrido desde el inicio hasta la

culminación y el fallo de otorgamiento del permiso de vertimiento pueden transcurrir entre 4 y 8 meses. Si bien el permiso de vertimiento es necesario, y así lo exige la normatividad vigente colombiana, es un trámite que incrementa los costos de un proyecto de este tipo entre 5 y 7 millones de pesos, lo que limita aún más la ampliación y cobertura de las políticas de saneamiento básico en las comunidades con recursos limitados.

6 CONCLUSIONES

- Con la elaboración del Plan de Contingencia se deja claro la importancia de tener las herramientas y los fundamentos básicos en la prevención, atención y mitigación de eventos inoportunos, además se cumple con las disposiciones legales locales y nacionales.
- Realizado el trabajo de campo en el relleno sanitario de Mocoa Putumayo, es evidente que la disposición que se hace en estos sitios puede mejorar a futuro. Las dificultades en la parte operativa se dan más por falta de gestión que por falta de recursos, con los recursos que tiene la empresa actualmente se puede operar sin cometer tantas faltas y efectos al medio ambiente y así evitar sanciones por parte de la autoridad ambiental.
- De acuerdo con el análisis de riesgos para el área de influencia del relleno sanitario de Mocoa Putumayo, la amenaza con una calificación más alta están los sismos, por encontrarse en un área de sismicidad alta y con fallas geológicas, lo que se debe tener en cuenta cuando se ejecuten proyectos con obras civiles. Con una calificación más baja pero igualmente importantes están los derrames de sustancias contaminantes, explosiones y accidentes vehiculares.
- Haciendo la revisión de la documentación suministrada de los proyectos de alcantarillados, se observa a que los estudios y diseños se aplican los mismos datos para los tres puntos. En la visita de campo se evidencia que las condiciones ambientales y número de habitantes tienen diferencias considerables, por lo que debería hacerse un estudio independiente para cada vereda, garantizando un sistema acorde a las necesidades de cada comunidad.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el balance de masa los impactos por el vertimiento, la afectación sobre el cauce del río Alguacil es mínimo, debida a la gran diferencia en los caudales. Considerando una condición crítica, el caudal máximo a verter de 5,36 Lts/s con un caudal mínimo del río de 336,5 Lts/s, la diferencia sigue siendo grande.

- Con el balance de masa para los la DBO_5 y los SST para dos situaciones particulares, con y sin tratamiento de los residuos líquidos, las diferencias en los resultados no son significativas, por la diferencia de caudales y el efecto de dilución, la fuente receptora asimila con facilidad la carga contaminante. Por lo anterior podemos concluir que el vertimiento independientemente de la eficiencia del tratamiento, la afectación sobre el río el Alguacil va a ser mínimo.

7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer las capacitaciones pertinentes al personal que se asigne al Comité Operativo y las brigadas de atención de emergencias, con el fin de estar alertas y actuar de acuerdo a los procedimientos lógicos recomendados.
- Por parte de la empresa encargada de la prestación del servicio aseo, hacer campañas educativas extensivas, en adecuación ambiental y concientización, dirigidas a la comunidad en general, aprovechando las instituciones educativas para impulsar esta idea, y masificarla con la ayuda de la Administración Municipal y Secretaria de Educación de Mocoa.
- Se recomienda realizar el vertimiento en una área en la que el cuerpo de agua tenga alta velocidad mediante descarga sumergida (normalmente en zonas someras), con difusores y en el centro del cauce para disminuir la distancia de mezcla y por tanto la distancia de afectación en el cuerpo de agua, la cual y de acuerdo con los resultados de la modelación solo se producirá en la zona de mezcla.
- Garantizar mediante un seguimiento por parte del dueño del proyecto y con ayuda de la misma comunidad que sobre la distancia o longitud de mezcla no se realizara ningún uso del recurso agua.
- Una vez se comience a realizar el vertimiento y la PTARD se encuentre operando, hacer una predicción a través de modelos de simulación, realizando monitoreo de calidad de agua a la entrada y salida de la PTARD, monitoreo de agua superficial antes y después de punto de vertimiento, con el fin de comprobar que se esté haciendo el control adecuado al vertimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- ICONTEC (2008) Norma Técnica Colombiana NTC 1486, Documentación. Presentación de tesis, trabajo de grado y otros trabajos de investigación
- SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES. Guía Municipal para la Gestión del Riesgo.
- CAMPOS GOMEZ Irene. Saneamiento Ambiental. EDICION 1. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José Costa Rica. 2000.
- CONESA FERNANDEZ Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Mundi-Prensa. Segunda edición, 1993. Madrid, España.
- DELLAVEDOVA María Gabriela. Guía Metodológica para la Elaboración de una Evaluación de Impacto Ambiental. Primera Edición: 2010 La Plata.
- EL CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 09 De Enero 24 de 1979. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. Disponible en: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1979/ley_0009_1979.html
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Lineamientos para la revisión de los planes de contingencia para la sostenibilidad en la prestación de los servicios de sistemas de aseo urbano para prestadores mayores de 2500 suscriptores y prestadores en cabeceras municipales. Bogotá, D.C., 16 de Septiembre de 2011
- EL CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 99 de 22 de diciembre de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

- EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 4728 del 23 de diciembre de 2010. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=41009#2>
- EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1594 del 26 de junio de 1984. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 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 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>
- EL SECRETARIO DISTRITAL DE AMBIENTE. Resolución 5731 de Diciembre 30 de 2008. Por la cual se deroga la Resolución 1813 de 2006 y se adoptan nuevos objetivos de calidad para los Ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y el Canal Torca en el Distrito Capital. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37554>
- EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1575 de Mayo 9 de 2007. por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30007#35>
- EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1713 de Agosto 6 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, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos". Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>
- EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 919 de Mayo 01 de 1989. "Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones". Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13549>
- Resolución 1096 del 17 de Noviembre de 2000: "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS." Artículos 19, 20, 197, 201.
- Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000.

- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía Ambiental Rellenos Sanitarios (Parte I y II)
- RODIER, J. Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Omega, Barcelona, 1981.
- INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas
- Dirección para la Prevención y Atención de Desastres - DPAD del Ministerio del Interior y de Justicia (2008) Guía metodológica para la formulación del Plan Local de Emergencia y Contingencias – PLEC's. Bogotá D.C. Junio de 2008

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

Los anexos se presentan en digital.

Anexo A. Plan de Contingencias

- Anexo A1 PDC Mocoa
- Anexo A2 Base datos PDC Mocoa.

Anexo B. La Castellana

- Anexo B1. Papeles Alcaldía
- Anexo B2. Escritura del predio
- Anexo B3. Planos sistema de tratamiento
- Anexo B4. Uso de suelo
- Anexo B5. Resultados de laboratorio
- Anexo B6. Fichas de manejo ARD, RS
- Anexo B7. PGRMV (Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos)

Anexo C. La Kofania

Anexo D. La Paz

Anexo 1. Uso de suelo

Anexo 2. Certificados de Libertad y Tradición

Anexo 3. Formularios (FUN)

Anexo 4. Autos de inicio de trámite

Anexo 5. Resoluciones

Anexo 6. Resultados de Laboratorio

Anexo 7. Fotografías

Anexo 8. Autorización vereda la Castellana

Anexo 9. Decreto 3930 de 2010