

AGUAS DEL HUILA S.A. E.S.P.

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE NATAGA - HUILA



NEIVA - HUILA
2020

ALCALDE MUNICIPAL DE NATAGA
HECTOR ANGEL AMEZQUITA PERDOMO

GERENTE DE AGUAS DEL HUILA S.A. E.S.P.
CRISTIAN CAMILO BRAVO MEDINA

EQUIPO TÉCNICO OFICINA DE SERVICIOS PÚBLICOS

NORMA CONSTANZA SALAS VARGAS
Profesional Especializado

ANDRÉS ALBERTO CHARRY GONZÁLEZ
Profesional Universitario

ANDREA BARRERA PALOMINO
Profesional Especializado - Contratista



TABLA DE CONTENIDO

1. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS	9
2. GENERALIDADES SOBRE EL PGRMV	9
2.1. INTRODUCCION	9
2.2. OBJETIVOS.....	10
2.2.1. Objetivo General.....	10
2.2.2. Objetivos Específicos.....	10
2.3. ANTECEDENTES.....	11
2.4. ALCANCES	12
2.5. METODOLOGÍA	13
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO	14
3.1. LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO.....	14
3.2. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO	16
3.2.1. Red de Recolección y Conducción.....	16
3.2.2. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	17
4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	28
4.1. AREA DE INFLUENCIA.....	28
4.2. GEOLOGIA.....	29
4.2.1. Geología estructural.....	29
4.2.2. Geomorfología	30
4.3. HIDROLOGIA	31
4.4. GEOTECNIA.....	33
4.5. SUELOS, COBERTURA Y USOS DEL SUELO	33
4.6. CALIDAD DEL AGUA	34
4.6.1. Vertimiento PTAR principal Nataga.....	35
4.6.2. Vertimiento PTAR Tinajitas Nataga.....	36
4.6.3. Calidad de agua en la Quebrada El Pueblo	37
4.6.3.1. Metodología para determinar calidad del agua en fuente superficial	37
4.6.3.2. Cálculo del ICA en la Quebrada El Pueblo.....	39
4.7. USOS DEL AGUA.....	42
4.8. HIDROGEOLOGIA	42
4.9. MEDIO BIOTICO	43
4.9.1. Ecosistemas acuáticos.....	43
4.9.2. Ecosistemas terrestres.....	43

4.10. MEDIO SOCIOECONOMICO	43
4.10.1. Población	43
4.10.2. Servicios públicos	44
4.10.2.1. Servicio de acueducto	44
4.10.2.2. Servicio de alcantarillado y aseo	45
5. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO	45
5.1. DIAGNOSTICO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL	46
5.2. IDENTIFICACION Y DETERMINACION DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE AMENAZAS.....	49
5.2.1. Amenazas de origen natural del área de influencia.....	51
5.2.2. Amenazas operativas o asociadas a la operación del sistema de gestión del vertimiento en el área de influencia.....	54
5.2.3. Amenazas por condiciones socioculturales y de orden público en el área de influencia	57
5.3. IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD	60
5.3.1. Vulnerabilidad física.....	61
5.3.2. Vulnerabilidad ambiental.....	65
5.3.3. Vulnerabilidad social	68
5.4. CONSOLIDACION DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO	72
5.4.1. Análisis del escenario de riesgo asociado a movimientos sísmicos	74
5.4.2. Análisis del escenario de riesgo asociado a avalanchas de las Quebradas El Pueblo y El Putio	74
5.4.3. Análisis del escenario de riesgo asociado a la remoción en masa	75
5.4.4. Análisis del escenario de riesgo asociado a incumplimiento de la norma de vertimiento	76
5.4.5. Análisis del escenario de riesgo asociado a aumento de caudal de aguas residuales en la Quebrada El Pueblo y/o Quebrada El Putio	76
5.4.6. Análisis del escenario de riesgo asociado a pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales	77
5.4.7. Análisis del escenario de riesgo asociado a inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento	77
6. PROCESO DE REDUCCION DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO	78
7. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE.....	86
7.1. PLAN ESTRATEGICO	87
7.1.1. Estructura organizacional.....	87
7.1.2. Definición de funciones de los participantes en el plan	87
7.1.3. Conformación de la brigada de respuesta.....	88
7.1.4. Comunicaciones	90
7.1.5. Cronograma de capacitaciones.....	91
7.1.6. Cronograma de simulaciones y simulacros	92

7.2. PLAN OPERATIVO.....	93
7.2.1. Planificación de acciones de activación y notificación a participantes del plan.....	93
7.2.2. Definición de los niveles de emergencia de acuerdo con los riesgos evaluados	93
7.2.3. Procedimientos operativos de respuesta y planes de acción para situaciones que se puedan presentar.....	94
7.2.4. Procedimientos orientados a la evaluación de daños y análisis de necesidades....	97
7.2.5. Definición de sistemas de gestión del vertimiento temporales.....	98
7.2.6. Elaboración y envío de informe a la autoridad ambiental competente	99
7.3. PLAN INFORMATICO.....	100
7.3.1. Adquisición y/o alistamiento de elementos.....	100
7.3.2. Información sobre grupos de apoyo	100
7.3.3. Preparación para la respuesta	100
7.3.4. Preparación para la recuperación posdesastre	100
7.3.5. Ejecución de la respuesta y la respectiva recuperación	101
8. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION DEL PLAN	102
9. DIVULGACION DEL PLAN	106
10. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN	106
11. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACION Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN.....	107
BIBLIOGRAFÍA.....	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las PTAR del Municipio de Nataga.....	15
Figura 2. Aliviadero inicial de aguas crudas en PTAR principal Nátaga.....	17
Figura 3. Rejillas de cribado en paralelo en PTAR principal Nátaga.....	18
Figura 4. Unidades para desarenado en PTAR principal Nátaga.....	19
Figura 5. Aforador de caudal – canaleta parshall – en PTAR principal Nátaga.....	19
Figura 6. Aliviadero intermedio de aguas con tratamiento primario en PTAR principal Nátaga.....	20
Figura 7. Canal de repartición de caudales en PTAR principal Nátaga.....	21
Figura 8. Reactores anaerobios de flujo ascendente – RAFA en PTAR principal Nátaga.....	22
Figura 9. Detalle de un reactor anaerobio de flujo ascendente en PTAR principal Nátaga.....	23
Figura 10. Detalle de las válvulas para muestreo dentro del RAFA en PTAR principal Nátaga.....	23
Figura 11. Filtros anaerobios de flujo ascendente – FAFA en PTAR principal Nátaga.....	24
Figura 12. Lechos de secado de lodos en PTAR principal Nátaga.....	25
Figura 13. Tanque séptico de acción múltiple (RAFP + FAFA) en PTAR Tinajitas Nátaga.....	26
Figura 14. Lecho de secado de lodos en PTAR Tinajitas Nátaga.....	28
Figura 15. Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia.....	30
Figura 16. Resultados de calidad de agua en vertimiento PTAR principal Nátaga.....	35
Figura 17. Resultados de calidad de agua en vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga.....	36
Figura 18. Resultados de calidad de agua Quebrada El Pueblo (aguas arriba).....	40
Figura 19. Resultados de calidad de agua Quebrada El Pueblo (aguas abajo).....	41
Figura 20. Descriptor de calidad de agua Quebrada El Pueblo según ICA.....	42
Figura 21. Esquema general para el desarrollo del análisis del riesgo.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco normativo del Plan de Gestión del Riesgo para Manejo de Vertimiento...	12
Tabla 2. Usuarios por estrato con alcantarillado en cabecera municipal de Nátaga.....	16
Tabla 3. Características y distribución geomorfológica en el Municipio de Nátaga.....	31
Tabla 4. Fuentes hídricas de importancia en el Municipio de Nátaga.....	32
Tabla 5. Características principales de los suelos en el Municipio de Nátaga.....	34
Tabla 6. Población reciente Municipio de Nátaga.....	44
Tabla 7. Estándares de calificación del riesgo - Metodología UNE-150008 de 2008.....	46
Tabla 8. Matriz de análisis de riesgos vertimiento PTAR principal Nátaga.....	47
Tabla 9. Matriz de análisis de riesgos vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga.....	48
Tabla 10. Criterios generales de calificación de amenazas.....	49
Tabla 11. Intervalos de calificación de amenazas	51
Tabla 12. Identificación de fenómenos amenazantes de origen natural sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	52
Tabla 13. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen natural Vertimiento PTAR principal Nátaga.....	52
Tabla 14. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen natural Vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga.....	53
Tabla 15. Identificación de fenómenos amenazantes de origen tecnológico sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	54
Tabla 16. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen tecnológico vertimiento PTAR principal Nátaga.....	55
Tabla 17. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen tecnológico vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga.....	56
Tabla 18. Identificación de fenómenos amenazantes de origen sociocultural sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	57
Tabla 19. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen sociocultural vertimiento PTAR principal Nátaga.....	58
Tabla 20. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen sociocultural vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga.....	59
Tabla 21. Criterios generales de calificación de vulnerabilidad.....	61
Tabla 22. Calificación de la vulnerabilidad física en PTAR principal Nátaga.....	63
Tabla 23. Calificación de la vulnerabilidad física en PTAR Tinajitas Nátaga.....	64
Tabla 24. Calificación de la vulnerabilidad ambiental en PTAR principal Nátaga.....	66
Tabla 25. Calificación de la vulnerabilidad ambiental en PTAR Tinajitas Nátaga.....	67
Tabla 26. Calificación de la vulnerabilidad social en PTAR principal Nátaga.....	69

Tabla 27. Calificación de la vulnerabilidad social en PTAR Tinajitas Nátaga.....	70
Tabla 28. Calificación de la vulnerabilidad de amenazas sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	71
Tabla 29. Matriz para estimación del nivel de riesgo - método descriptivo.....	73
Tabla 30. Escenario de riesgo asociado a movimientos sísmicos sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	74
Tabla 31. Escenario de riesgo asociado a avalanchas sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	75
Tabla 32. Escenario de riesgo asociado a remoción en masa sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	75
Tabla 33. Escenario de riesgo asociado a incumplimiento de norma de vertimiento sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	76
Tabla 34. Escenario de riesgo asociado a aumento de caudal de aguas residuales sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	76
Tabla 35. Escenario de riesgo asociado a pérdida de vida útil y efectividad del Sistema de tratamiento de aguas residuales Municipio de Nátaga.....	77
Tabla 36. Escenario de riesgo asociado a inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	77
Tabla 37. Nivel de riesgo y priorización de escenarios	78
Tabla 38. Niveles de emergencia del plan operativo del sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga.....	93

1. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS (PGRMV)

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 44 del Decreto 3930 de 2010, las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado que desarrollen actividades industriales, comerciales y de servicios que generen vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo deberán elaborar un Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento. Dicho plan debe incluir el análisis del riesgo, medidas de prevención y mitigación, protocolos de emergencia y contingencia y lineamientos de rehabilitación y recuperación.

Por tal razón, a continuación, se desarrollan los términos de referencia establecidos por la Resolución 1514 de 2012 para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en el Municipio de Nátaga.

2. GENERALIDADES SOBRE EL PGRMV

A continuación, se exponen los aspectos generales que enmarcan el presente Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) en el casco urbano de Nátaga.

2.1. INTRODUCCION

El Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV), se constituye en una herramienta que refiere a un proceso en el que la entidad reconoce y gestiona los riesgos a los que está expuesta, en consecuencia, formula políticas, estrategias y planes, y realiza intervenciones o acciones tendientes a reducir o controlar los riesgos existentes o a evitar nuevos riesgos.

De esta manera se formula un Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en el Municipio de Nátaga.- Huila, con el fin de evidenciar los tipos de riesgos al medio ambiente y al entorno inmediato. Este documento contempla los lineamientos para reconocer, detallar, determinar, estudiar, notificar y controlar los riesgos ambientales de aquellas situaciones accidentales ligadas a la operación del sistema de tratamiento que puedan causar daños

al medio ambiente. Este se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno que afecta directa o indirectamente al medio ambiente.

Así mismo, incorpora procedimientos para evitar o reducir los inconvenientes que se puedan presentar en el sistema de tratamiento, ocasionando que las aguas no cumplan con los lineamientos normativos para ser vertidas.

2.2. OBJETIVOS

Con la intención de orientar el desarrollo del plan, a continuación, se presentan los objetivos generales y específicos que se deberán alcanzar con el desarrollo del plan:

2.2.1. Objetivo General

Propender por la seguridad técnica y operacional del Sistema de Gestión del Vertimiento del Municipio de Nataga, identificando y evaluando los riesgos existentes para el sistema de gestión del vertimiento, tomando medidas de prevención o mitigación con el fin de propender por la seguridad técnica y operacional del sistema de gestión del vertimiento, y así, evitar la afectación de las condiciones ambientales y sociales del área de influencia, ante la ocurrencia de una descarga de agua residual en condiciones que impidan o limiten el cumplimiento de la norma de vertimientos.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar, evaluar y priorizar los riesgos del Sistema de Gestión del Vertimiento del Municipio de Nataga, hacia el medio y del medio hacia el sistema, que generen situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento y las condiciones técnicas de descarga, ocasionadas por fallas de funcionamiento del sistema o por condiciones del medio.
- Definir e implementar acciones de prevención y reducción de los riesgos identificados que pueden afectar las condiciones ambientales y socioeconómicas del área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento del Municipio de Nataga.
- Definir acciones y procedimientos en el proceso de manejo del desastre para las posibles contingencias identificadas y evaluadas, con base en la priorización de riesgos identificados en el área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento del Municipio de Nataga.
- Definir lineamientos de recuperación de las zonas afectadas por contingencias, generadas por la ocurrencia de una situación que limite o impida el tratamiento del

vertimiento en condiciones técnicas de descarga, ocasionadas por fallas en el funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento o por condiciones del medio en el Municipio de Nataga.

2.3. ANTECEDENTES

El Municipio de Nataga fue objeto de estudio dentro del Convenio No 193 de 1998 entre la CAM y la Universidad Nacional de Medellín, en el cual se evaluaron las amenazas potenciales de origen natural y se hizo una caracterización geotécnica preliminar, además de proponer el uso potencial del suelo urbano para las cabeceras municipales. Hasta dicha fecha, no existían estudios técnicos adecuados para abordar el tema de las amenazas potenciales de origen natural presentes en el casco urbano del municipio, y el desconocimiento del entorno físico por parte de la comunidad hace que el impacto negativo que los diversos fenómenos naturales ejercen sobre ésta sea mucho mayor y que las labores de prevención y atención de los mismos sean menos eficientes.

Aunque son estudios preliminares importantes donde se evalúa la amenaza en el casco urbano, se deben complementar con estudios detallados de las zonas identificadas donde se involucren los asentamientos humanos y la infraestructura para evaluar su vulnerabilidad y la condición de riesgo.

En el estudio se puede advertir que la Quebrada El Pueblo, presenta una franja con amenaza alta por inundación, aunque el sector que puede ser afectado está localizado solamente sobre la margen derecha en donde se localizan una vivienda con amenaza alta por inundación. La quebrada sube un metro como máximo en su época de aguas altas y el cauce en esta época invernal tiene 3 metros de ancho, mientras el canal tiene en total aproximadamente 4 metros. Aunque por las características propias del canal, su morfología y la falta de depósitos, podría concluirse que la quebrada nunca ha presentado inundaciones graves o comportamientos torrenciales existe el registro histórico de que ésta si ha afectado algunos sectores como en el sector del puente en donde arrasó con una vivienda hace aproximadamente 50 años.

Uno de los principales problemas que afronta el recurso hídrico en el Municipio de Nataga, está relacionado con la disminución de su caudal y contaminación de los mismos, lo cual se ha dado por procesos como deforestación con quemas, concesiones ilegales, y sedimentación causada tanto por la presencia de cultivos limpios como por el desarrollo de actividades de sobrepastoreo. En la cabecera municipal se presenta contaminación de las quebradas El Pueblo y El Putio.

La Constitución Política de Colombia consagra en el Título I, Capítulo III, los derechos colectivos y del ambiente y con esto genera la base para la normatividad que en materia

de recurso hídrico se requiere para garantizar la sostenibilidad de este bien. Un compendio normativo actualmente vigente en materia de gestión de riesgos para el manejo de vertimientos, se sintetiza en la Tabla 1.

Tabla 1. Marco normativo del Plan de Gestión del Riesgo para Manejo de Vertimientos

MARCO NORMATIVO PLAN DE GESTION DEL RIESGO PARA EL MANEJO DEL VERTIMIENTO	
NORMA	ALCANCE
Constitución Política de Colombia	Constitución Política de Colombia
Decreto Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 99 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 reorganiza el sistema nacional ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1433 de 2004	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
Resolución 2145 de 2005	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979 así como el capítulo II del Título VI - Parte III Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974, en cuanto a usos de Agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 4728 de 2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.
Decreto 1220 de 2005	Por la cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
Resolución 1514 de 2012	Por la cual se da cumplimiento al párrafo del artículo 44 del decreto 3930 de 2010, se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

2.4. ALCANCES

El Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (MVCT), señala que la tarea de actuar adecuadamente sobre el riesgo con el fin de evitarlo o mitigarlo, se conoce como gestión del riesgo. Éste comprende tanto actividades de prevención, mitigación, preparación, y transferencia; que se ejecutan antes de la ocurrencia del evento potencialmente dañino, como aquellas de atención y rehabilitación en caso de desastre.

Es un proceso social que incluye aspectos técnicos, políticos, sociales y económicos relacionados estrechamente con el ordenamiento territorial, la gestión ambiental y el desarrollo sostenible”.

El presente PGRMV del Municipio de Nataga, comprende la descripción del sistema de gestión del vertimiento y de su área de influencia, el análisis y la priorización de los riesgos que puede generar el sistema de gestión del vertimiento al medio, así como los riesgos originados en el medio que pueden afectar la operación y el funcionamiento del sistema, y las acciones de reducción del riesgo y manejo del desastre para los riesgos identificados y priorizados, con el fin de evitar potenciales afectaciones a la salud de la comunidad y controlar las posibles afectaciones en la calidad del medio receptor.

Además, en este se efectúa un análisis de la posible afectación a las condiciones ambientales y sociales generadas por la ocurrencia de un vertimiento sin tratamiento o en condiciones limitadas de tratamiento, a través de una modelación del vertimiento en el agua, con base en el escenario más crítico que implique el vertimiento de aguas sin ningún tratamiento y una zona de seguridad que se deberá definir de acuerdo con la capacidad de asimilación del cauce.

2.5. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo del plan, hace énfasis en la metodología seleccionada para el análisis de riesgo, la cual es de carácter preliminar y cuantitativo, la cual permitió definir una valoración y priorización de los riesgos y mostrando las condiciones de riesgo del sistema de gestión del vertimiento del Municipio de Nataga y de su área de influencia.

Para desarrollar este análisis de riesgos, se utilizó información primaria y secundaria. La información secundaria utilizada se basó en fuentes públicas oficiales y privadas (Servicio Geológico Colombiano, Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo y Desastres - UNGRD, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, Alcaldía Municipal de Nataga, Aguas del Huila S.A. E.S.P., entre otros). Así mismo, se recogió información primaria utilizada dentro del respectivo análisis, mediante visita de campo efectuada al sistema de gestión del vertimiento del Municipio de Nataga, en la cual se diligenció una lista de chequeo y verificación de condiciones en terreno.

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

3.1. LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

Nátaga está localizado en la región centro-occidente del Departamento del Huila y su cabecera municipal se encuentra en las coordenadas N 2°34'00" y O 75°49'00"; a una distancia de Neiva capital del Departamento, de 120 km, en las laderas de una ramificación de la cordillera central, posee una extensión de 156 km² (156.000 Ha) aproximadamente.

El Municipio de Nátaga limita por el norte con el Municipio de Íquira, por el sur con el Municipio de Paicol, por el oriente con el Municipio de Tesalia y por el occidente con el Departamento del Cauca.

El sistema de tratamiento de agua residual del Municipio de Nátaga se encuentra ubicado en el perímetro urbano del municipio y tiene asociado dos vertimientos de aguas residuales provenientes de un alcantarillado semicombinado.

El primer vertimiento corresponde a la PTAR principal ubicada en el Barrio Divino Niño y actualmente opera en promedio de 10 L/s funcionando las 24 horas al día y descargando su vertimiento a la Quebrada El Pueblo.

El segundo vertimiento corresponde a la PTAR Tinajitas, la cual tiene la capacidad de tratar un caudal de 1L/s, pero que en la actualidad está siendo rehabilitada en virtud del Contrato de Obra No. 143 de 2019 que tiene como objeto la Optimización del Sistema de Alcantarillado Sanitario en el Municipio de Nátaga, pues aunque el vertimiento descarga durante las 24 horas del día, lo hace de forma directa sobre la Quebrada Tinajitas y esta a su vez unos metros adelante sobre la Quebrada El Putío.

Actualmente, y según las proyecciones DANE para 2020, la cabecera municipal cuenta con una población de 2.688 habitantes. Igualmente, Aguas del Huila S.A. E.S.P. como prestador del servicio de acueducto, alcantarillado y aseo en el casco urbano de Nátaga define el número de usuarios de alcantarillado distribuidos por estrato y uso como se muestra en la Tabla 2.

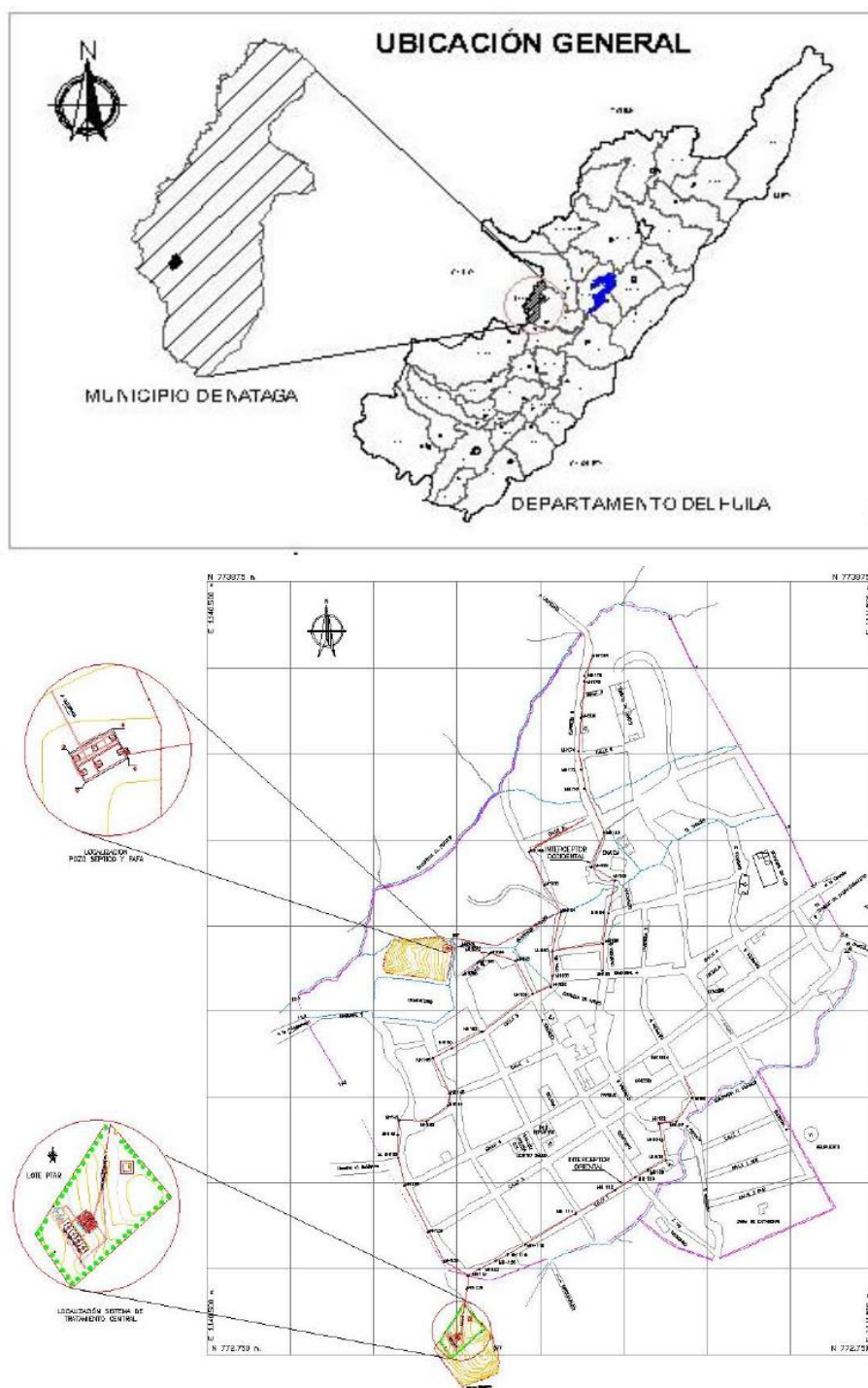


Figura 1. Ubicación de las PTAR del Municipio de Nataga

Tabla 2. Usuarios por estrato con alcantarillado en cabecera municipal de Nátaga

USUARIOS POR ESTRATO CON ALCANTARILLADO EN CABECERA MUNICIPAL DE NATAGA	
ESTRATO	USUARIOS
1	281
2	474
3	38
Comercial	15
Oficial	27
Total	835

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

3.2. COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

A continuación, se describen las unidades que conforman el sistema de gestión del vertimiento en el casco urbano del municipio de Nátaga.

3.2.1. Red de Recolección y Conducción

En consideración al estado actual del sistema de alcantarillado del Municipio de Nátaga y de acuerdo al catastro de redes y la modelación hidráulica realizada en cumplimiento del compromiso contractual para la formulación del Plan Maestro de Alcantarillado de Nátaga se puede mencionar lo siguiente:

Las redes de alcantarillado en su mayoría fueron construidas hacia el año 1993, es decir más de veintisiete (27) años. Este sistema de alcantarillado es de tipo sanitario, aunque funciona como un alcantarillado combinado. Tiene una cobertura del 100%. Las conexiones domiciliarias son en tubería de Gres entre 8 y 10 pulgadas de diámetro con una longitud aproximada de 3,2 km.

Se cuenta con 122 pozos de inspección de alcantarillado sanitario y 6 colectores aproximadamente y aunque con el diagnostico de plan maestro de alcantarillado regularmente se presentaban problemas en época invernal por el constante rebose de las

aguas y por taponamiento de los ductos, con las obras posteriores a ese diagnóstico esta situación se ha corregido y mejorado ostensiblemente.

3.2.2. Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

3.2.2.1. PTAR principal (Barrio Divino Niño)

La planta de tratamiento de agua residual principal del Barrio Divino Niño está constituida básicamente por las siguientes operaciones de tratamiento:

- Aliviadero regulador de caudal inicial de agua cruda.
- Dos rejillas de cribado en paralelo.
- Dos desarenadores en paralelo.
- Una canaleta parshall con regleta.
- Un aliviadero regulador de caudal intermedio de agua con tratamiento primario.
- Canal de repartición de caudal hacia los reactores biológicos.
- Cuatro reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFA).
- Dos filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA) de 27000 litros cada uno.
- Cuatro cámaras de lecho de secado de lodos.

3.2.2.1.1. Aliviadero regulador de caudal inicial de agua cruda

Las aguas residuales procedentes del alcantarillado del casco urbano del municipio de Nátaga, llegan por medio de colectores hasta el colector final de 12" de diámetro.



Figura 2. Aliviadero inicial de aguas crudas en PTAR principal Nátaga

El agua residual entra a la planta por una sección que tiene una estructura tipo aliviadero hidráulica destinada a permitir el paso, libre o controlado, siendo el aliviadero en exclusiva para el desagüe es decir como medida de seguridad en caso de aumentos excesivos de caudales. (Figura 2). El instrumento para controlar caudal de agua, es la compuerta de acción manual en acero inoxidable, la cual permite el paso normal de agua hacia el sistema de tratamiento.

3.2.2.1.2. Rejillas de cribado

Después de entrar a la planta, son conducidas hasta una estructura de entrada compuesta por dos módulos; cada uno de ellos consta de una estructura de rejilla de cribado donde el agua pasa a través de un canal rectangular y allí atraviesa una rejilla metálica con espacio entre barra y barra de $\frac{3}{4}$ pulgada con una inclinación de 45° ; en esta estructura quedan retenidos los sólidos gruesos y flotantes, los cuales son removidos manualmente hacia un escurridor de residuos sólidos en acero inoxidable, los cuales se encuentran en buen estado. (Figura 3).



Figura 3. Rejillas de cribado en paralelo en PTAR principal Nátaga

3.2.2.1.3. Desarenadores en paralelo

De la zona de cribado el agua pasa a la unidad de desarenado compuesta por dos cámaras de flujo horizontal, donde se retienen las partículas pesadas, este módulo está compuesto por dos desarenadores en paralelo de velocidad constante, provistas de caja de fondo en donde se recolectan las arenas para su evacuación manual mediante palas y carretillas, las cuales se encuentran en buenas condiciones de mantenimiento (Figura 4). Estas unidades están provistas de las respectivas compuertas en acero

inoxidable de acción manual, las cuales sirven para aislar alternadamente cada una de las unidades, para cuando se implementen las respectivas rutinas de mantenimiento.



Figura 4. Unidades para desarenado en PTAR principal Nátaga

3.2.2.1.4. Canaleta Parshall

Posterior a la zona de desarenado pasa por un aforador de agua, instalado por medio de la canaleta parshall de 3 pulgadas. (Figura 5).



Figura 5. Aforador de caudal – canaleta parshall – en PTAR principal Nátaga

3.2.2.1.5 Aliviadero regulador de caudal intermedio de agua con tratamiento primario

El agua residual con tratamiento primario tiene un aliviadero hidráulico destinado para evitar excesos de caudal hacia la zona de tratamiento biológico, sobre todo cuando se hace mantenimiento a los reactores biológicos. (Figura 6).

El instrumento para controlar caudal de agua, es la compuerta de acción manual en acero inoxidable, la cual permite el paso normal de agua hacia el sistema de tratamiento biológico.



Figura 6. Aliviadero intermedio de aguas con tratamiento primario en PTAR principal Nátaga

3.2.2.1.6. Canal de repartición de caudal hacia reactores biológicos

Esta estructura divide y reparte el caudal de agua tratada en la canaleta de tratamiento primario, sobre cuatro reactores biológicos anaerobios, cada uno de los cuales, tiene su respectiva compuerta de acción manual en acero inoxidable, para actuar en modo operación y en modo mantenimiento. Además en esta estructura sirve como trampa de grasas flotantes. (Figura 7).



Figura 7. Canal de repartición de caudales en PTAR principal Nátaga

3.2.2.1.7. Reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFA)

Esta estructura divide el reactor en dos espacios: el inferior, que presenta alta turbulencia debido al gas, y el superior o de sedimentación, con baja turbulencia. El separador provee de una superficie de contacto entre el líquido y el gas, de modo que los flocs que llegan a dicha superficie puedan transferir el gas que los ayuda a flotar a la atmósfera y sedimentar hacia la cámara principal.

Las campanas de separación se deben usar para:

- Separar y descargar el biogás del reactor.
- Impedir el lavado de la materia bacterial.
- Permitir que el lodo resbale dentro del compartimento del digestor.
- Servir como una especie de barrera para la expansión rápida del manto de lodos dentro del sedimentador.

El reactor RAFA podría reemplazar al sedimentador primario, al digestor anaerobio de fangos, al paso de tratamiento aerobio y al sedimentador secundario de una planta convencional de tratamiento aerobio de aguas residuales. Sin embargo, el efluente de reactores RAFA normalmente necesitan un tratamiento posterior, para lograr degradar la materia orgánica remanente, nutrientes y patógenos.



Figura 8. Reactores anaerobios de flujo ascendente – RAFA en PTAR principal Nátaga

Consiste esencialmente en una columna abierta, a través de la cual el líquido residual se pasa a una baja velocidad ascensional. El manto de fangos se compone de gránulos o partículas además del agua residual. El fenómeno de granulación que rige la formación de los gránulos constituye la parte fundamental del proceso. El tratamiento del agua se da cuando se pone en contacto el agua con los gránulos. Los gases producidos bajo condiciones anaerobias provoca la recirculación interna, lo que ayuda en la formación y mantenimiento de las partículas biológicas, sobre las cuales algunas partículas de gas se adhieren.

El gas libre y el gas adherido a gránulos se retienen en el colector de gas en la parte alta del reactor. El líquido que ha pasado a través del manto contiene algunos sólidos residuales y gránulos biológicos que pasan a través del sedimentador donde los sólidos se separan del futuro efluente. Los sólidos retornan por tanto al caer a través del sistema de baffle en la parte alta del manto de fangos. Después de la canaleta con su respectivo aliviadero pasa al reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) de cuatro compartimientos, además tienen sus tanques laterales para la purga de lodos, interconectados y con línea de flujo hacia los lechos de secado de lodos; se encuentran en buen estado.



Figura 9. Detalle de un reactor anaerobio de flujo ascendente en PTAR principal Nátaga



Figura 10. Detalle de las válvulas para muestreo dentro del RAFA en PTAR principal Nátaga

3.2.2.1.8. Filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA)

La función del filtro, también llamado reactor anaerobio tiene por finalidad reducir su carga contaminante de las aguas servidas. El agua servida es alimentada al filtro a través del

fondo, construido de forma a que permita distribuir el flujo en forma uniforme en toda la sección del filtro. El agua a ser tratada se hace pasar a través de un cuerpo poroso, llevándola al contacto con una fina biopelícula de microorganismos adheridos a la superficie, o floculados, donde se realiza el proceso de degradación anaerobia.

El Municipio de Nátaga cuenta con dos filtros de flujo ascendente FAFA de 27000 litros cada uno, contiguos a las cámaras de del RAFA, este tanque recibe las aguas provenientes de los reactores por la parte inferior del falso fondo del filtro anaerobio y el agua sube a través del lecho filtrante, con lo cual mediante un nuevo proceso biológico con bacterias inmovilizadas permite niveles de eficiencia cercanos a una condición completa de la digestión de los lodos.

El agua después de atravesar el lecho filtrante que contiene las bacterias anaerobias inmovilizadas, son descargadas por rebose hidráulico para descargar directamente en una fuente hídrica. (Figura 11)



Figura 11. Filtros anaerobios de flujo ascendente – FAFA en PTAR principal Nátaga

3.2.2.1.9. Lecho de secado de lodos

Estas estructuras poseen de igual manera la respectiva cubierta para prevenir el efecto de la lluvia en el retardo del secado de los lodos. Los lodos mineralizados con aproximadamente 95% de humedad son dispuestos en lechos de secado como un fluido ligeramente viscoso, inodoro y de color negruzco, en donde se secan hasta alcanzar una humedad manejable que permita su aprovechamiento o disposición final. (Figura 12).

Cuando el lodo digerido es depositado en un lecho de secado compuesto de arena y grava, los gases tienden a escapar y hacer flotar los sólidos dejando una capa de líquido relativamente clara en la capa superior de arena la cual es drenada rápidamente por el lecho de secado. La mayor proporción de este líquido drena en menos de un día. Después de un corto período de tiempo, la evaporación es el factor más importante del proceso de secado del lodo. Conforme el líquido continuo infiltrándose a través de la arena y el proceso de evaporación continua, el lodo se encoge horizontalmente produciéndose rajaduras en su superficie la cual acelera la evaporación en virtud del incremento de la superficie de lodo seco expuesto al aire.



Figura 12. Lechos de secado de lodos en PTAR principal Nátaga

La evaporación se realiza rápidamente en lechos abiertos o cubiertos durante climas cálidos, pero mucho más lento durante las lluvias, nevadas o climas extremadamente fríos. El lodo crudo o parcialmente digerido no se deshidrata rápidamente en los lechos de secado y la presencia de lodos frescos y grasas descargados conjuntamente con los lodos digeridos retarda seriamente el proceso de secado.

Cuenta con cuatro cámaras de lecho de secado de lodos lecho de gravas que actúan como soporte de una capa de veinte (20) centímetros de arena de material filtrante retenedora de los lodos, cada una de las cuales posee su respectiva válvula de control de flujo de lodos proveniente de las cajillas que contienen las válvulas de control de evacuación de lodos desde los RAFA.

3.2.2.2. PTAR Tinajitas Nátaga

La PTAR Tinajitas Nataga es una estructura compacta en concreto y está constituida básicamente por las siguientes operaciones de tratamiento:

- Una rejilla de cribado.
- Un aliviadero regulador de caudal.
- Un reactor anaerobio de flujo pistón (RAFP) con dos etapas en serie.
- Un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) con dos etapas en serie.
- Un lecho de secado de lodos.

Esta PTAR con diseño simple tiene básicamente un tratamiento secundario o tratamiento biológico, en esta estructura se realizan las operaciones más importantes, como quiera que es aquí donde se hace la remoción de las cargas contaminantes principales, expresadas como sólidos suspendidos totales (SST) y materia orgánica (DBO y DQO).

Para lograr la remoción de estas cargas contaminantes se tiene un reactor anaerobio de flujo pistón (RAFP) con dos etapas en serie y de manera complementaria Un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) con dos cámaras de lecho inmovilizado (filtros) cargados con rosetón en PVC. A través de este conjunto se realiza la sedimentación y la digestión anaerobia de forma selectiva de acuerdo con poblaciones bacterianas específicas presentes en cada cámara.



Figura 13. Tanque séptico de acción múltiple (RAFP + FAFA) en PTAR Tinajitas Nátaga

3.2.2.2.1. Rejilla de cribado

El agua residual doméstica que ingresa a la PTAR se encuentra inicialmente con la rejilla de cribado metálica con espacio entre barra y barra de $\frac{3}{4}$ pulgada con una inclinación de 45°; en esta estructura quedan retenidos los sólidos gruesos y flotantes, los cuales son removidos manualmente hacia un escurridor de residuos sólidos en acero inoxidable y posteriormente desechados como residuos sólidos inservibles.

3.2.2.2.2. Aliviadero regulador de caudal

Después de su paso por la rejilla de cribado, el agua residual entra a una sección que tiene una estructura tipo aliviadero hidráulica destinada a permitir el paso, libre o controlado, siendo el aliviadero en exclusiva para el desagüe es decir como medida de seguridad en caso de aumentos excesivos de caudal. El instrumento para regular caudal de agua, es la compuerta de acción manual en acero inoxidable (incluye guías adosadas al concreto), la cual permite el paso normal del agua hacia el sistema de tratamiento.

3.2.2.2.3. Reactor anaerobio de flujo pistón - RAFP

En el reactor anaerobio de flujo pistón - RAFP, el material sedimentable se decanta, produciendo así un líquido libre de sedimentos sobre el cual las bacterias anaerobias contenidas en el agua residual doméstica, mediante procesos bioquímicos descomponen la materia orgánica y se forman tres capas bien definidas: una capa de lodos en el fondo; una capa flotante de natas en la superficie y la capa intermedia líquida que es la que fluye hacia afuera en la medida que entran las aguas negras. De acuerdo a lo anterior es lógico que las capas de lodo en el fondo y de natas en la superficie vayan aumentando paulatinamente y por lo tanto se hace necesario evacuarlas periódicamente, según el uso que haya tenido el sistema.

3.2.2.2.4. Filtro anaerobio de flujo ascendente - FAFA

El filtro anaerobio de flujo ascendente - FAFA, tiene dos cámaras de lecho inmovilizado cargados con rosetón en PVC, allí las aguas residuales provenientes del RAFP ingresan a estos por el fondo y fluyen de forma ascendente a través del cuerpo poroso, llevándola al contacto con una fina biopelícula de microorganismos adheridos a la superficie, o floculados, donde se realiza el proceso de degradación anaerobia, permitiendo alcanzar niveles de eficiencia cercanos a una condición completa de la digestión de los lodos.

El agua residual en proceso después de atravesar el lecho filtrante que contiene las bacterias anaerobias inmovilizadas, son descargadas por rebose hidráulico hacia el efluente de la PTAR.



Figura 14. Lecho de secado de lodos en PTAR Tinajitas Nátaga

4. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Esta caracterización está orientada a la identificación de las amenazas que ofrece el medio al sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga, (amenazas naturales, socioculturales y de orden público), las resultantes de la operación de los sistemas (amenazas operativas) y sus efectos sobre los elementos sociales y ambientales que sean vulnerables (Resolución 1514 del 2012).

4.1. AREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del PGRMV se establece como aquella zona en donde los efectos ambientales se ven reflejados por las actividades operativas de la PTAR, además para el Municipio de Nátaga, está fundamentado en los resultados del análisis de riesgos y los posibles impactos ambientales que se puedan manifestar como resultado de las situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento.

Esta área de influencia, está asociada a las redes o colectores que conducen el agua residual hasta el sistema de gestión del vertimiento; el bosque primario y/o galería de las Quebradas El Pueblo y El Putio; el área que ocupan los elementos que constituyen parte

integral del sistema de gestión del vertimiento, incluyendo las estructuras de salida o emisario final.

4.2. GEOLOGIA

Según el Análisis General de Suelos realizado por el IGAC, Nátaga presenta afloramientos de rocas ígneas intrusivas y vulcano-sedimentarias. Las unidades son del Triásico – jurásico volcano – sedimentario correlacionable con la formación Saldaña.

El sector sur se trata de una pendiente estructural correspondiente a los niveles duros de la formación Caballo, es una unidad sedimentaria de edad cretáceo medio albiano – aptiano. Las formaciones predominantes son ígneas sedimentarias, metamórficas y cenizas volcánicas.

Al norte la morfología es bastante irregular con un patrón de drenaje radial predominante, controlado litológicamente. Este se desarrolla sobre un cuero ígneo de composición intermedia (cuarzomonzanitas, granodioritas y félsicas).

Las rocas extrusivas son consideradas en lavas riolíticas y andecitas de color marrón rojizo a violáceo con fenocristales de cuarzo y feldespatos; además, rocas efusivas que se intercalan con rocas sedimentarias en forma de flujos de lava intermedia a básicos.

El municipio posee un 2,09% de llanura aluvial y el 97,9% de cordillera en 3 formaciones geológicas:

- Sedimentarias marinas
- Secuencia vulcano – sedimentaria
- Plutonitas intermedias a ácidas

Por su cercanía a la llanura del Magdalena, el piedemonte de Nátaga se constituye en una zona de transición hacia 2 regiones adyacentes: la del valle y la andina.

4.2.1. Geología estructural

De acuerdo a varios estudios técnicos realizados por INGEOMINAS y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, la totalidad del territorio del departamento del Huila posee una amenaza sísmica ALTA caracterizadas por presentar valores de la aceleración horizontal del sismo de diseño expresada en porcentajes de la aceleración de la gravedad (Aa) variables entre 0.30 y 0.35, excepto en el municipio de Santa María donde el valor es de 0.25, y valores de la aceleración vertical efectiva (Ad) que oscilan entre 0.03 y 0.04.

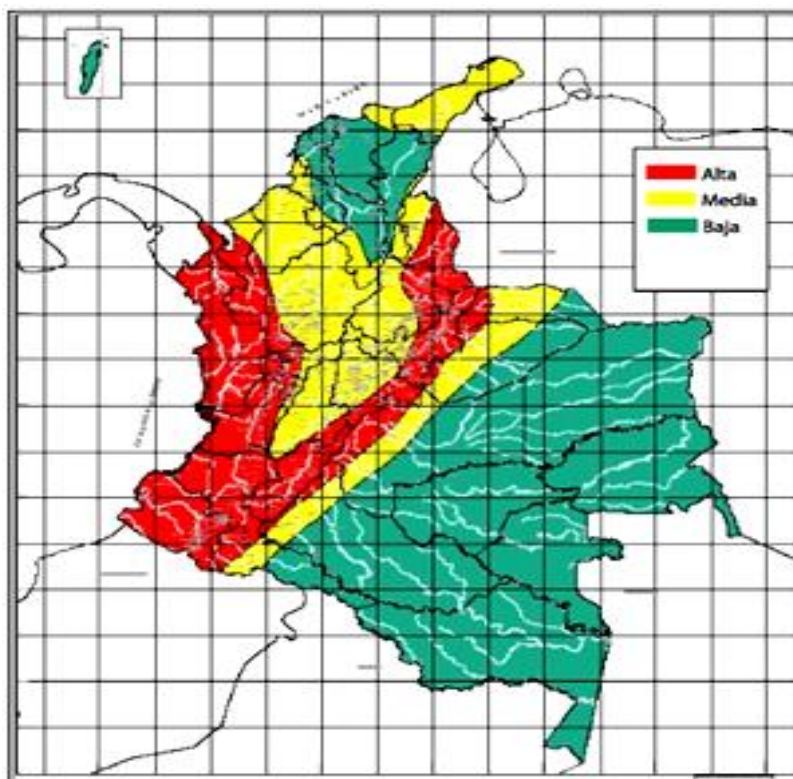


Figura 15. Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia

4.2.2. Geomorfología

En su forma se identifican las siguientes unidades:

- Unidades de origen Fluvial (F) y Fluvio – volcánicos (FV) en estas proporciones: Fa: Abanicos fluvio-coluviales menores 88,9 Ha y Frt: Terrazas y/o abanicos terraza poco disectada 36,5 Ha. Se presentan en la vereda Yarumal y la parte baja de la vereda Cascajosa sobre el Río Páez.
- Unidades de origen denudacional (D) y volcano-denudacional (VD), así: Dmp: Montañas erosionales disectadas en rocas plutónicas del macizo de la Plata 6459,9 Ha en las veredas de la zona norte (Yarumal, Patio Bonito, la Mesa, La Esmeralda, El Teniente, Las Mercedes, Alto Carmelo, La Hondura y San Isidro) y VDm: montañas erosionales disectadas en rocas volcano-sedimentarias 2607,5 Ha en las veredas de la zona sur del municipio.
- Unidades de origen estructural (E) y estructural-denudacionales (ED). Emf: planchas estructurales en areniscas y conglomerados 62,7 Ha en San Isidro y Emcr: laderas

estructurales y/o crestones en areniscas 4012,5 Ha en parte de las veredas la Cascajosa, Socorro, Triunfo, Pringamosa, Orozco, Buena Vista y el Area Urbana.

Tabla 3. Características y distribución geomorfológica en el Municipio de Nátaga

CARACTERISTICAS Y DISTRIBUCION GEOMORFOLOGICA EN EL MUNICIPIO DE NATAGA					
SIMBOLO	NOMBRE	AMBIENTE MORFOGENETICO	PAISAJE	RELIEVE	AREA
					Hás
Dmp	Montañas erosionales	Compuestos por rocas intrusivas composición de granitos tunalitas cuarzo monotonitas y granodeoritas	Montaña	Moderal escarpado disectado	6460,0
VDm	Montañas Erosionales	Intruida por cuerpos intrusivos jurásicos y presenta contacto fallados con rocas paleozoicas y precámbricas del macizo de grazno.	Montaña	Abrupto y escarpado.	2607,5
Emcr	Crestones en Areniscas	Geoforma de Origen Estructural Desarrollada sobre rocas sedimentarias que forman planes estructurales	Ladera Estructurales	Crestones	4012,5
Fa	Abanicos Fluvicoluviales menores	Depósitos de carácter gravigénico acumulados sobre las laderas de la parte montañosa	Montaña	Escarpado	88,9
Frt	Terrazas aluviales	Origen poligenético predominando las de tipo fluvial y fluviotorrencial	Terrazas	Plano a ligera inclinado	36,5

Fuente: Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia

4.3. HIDROLOGIA

Nátaga cuenta con bastantes fuentes hídricas, pero la mayor parte se están quedando sin agua debido a la tala de árboles en los nacimientos las cuales ya se hallan desprotegidas. El río Negro de Narváez y el río Páez forman la hoya hidrográfica de Nátaga al igual que la subcuenca del Yaguaracito.

La zona occidental esta surcada por el río Negro de Narváez, que presenta un caudal grande con posibilidades para implementar un distrito de riego para los municipios vecinos de Tesalia y Paicol, pues dada la topografía no permite la utilización de estas aguas en las veredas de Nátaga.

Tabla 4. Fuentes hídricas de importancia en el Municipio de Nátaga

FUENTES HIDRICAS DE IMPORTANCIA EN EL MUNICIPIO DE NATAGA				
NOMBRE	CAUDAL MEDIO (lps)	AREA DE CUENCA (Ha)	LONGITUD CAUCE (m)	ESTADO CUENCA
Q. Chirirí	2,0	220	2.750	Desprotegida todo el cauce.
Q. Los Jazmines	1,2	76	2.250	Desprotegida todo el cauce.
Q. Yapona	1,5	159	3.100	Desprotegida toda el cauce.
Q. El Estoraque	2,5	414	4.650	Desprotegida toda el cauce.
Q. La Laja	4,0	634	3.600	Desprotegida en su mayor parte, surte el acueducto de la Vereda La Cascajosa y es sitio de interés ecoturístico.
Q. La Honda	3,0	436	3.100	Desprotegida todo el cauce.
Q. El Mulato	1,5	78	2.200	Desprotegida todo el cauce.
Q. El Lindero	4,0	333	7.007	Surte el acueducto municipal, medianamente protegida en la parte alta, se seca en verano y tiene fuerte presión por tala y contaminación diversa.
Q. Orozco	4,5	432	7.438	Surte el acueducto municipal, altamente contaminada por aguas servidas y pulpa de café, desprotegida en su cauce y protegida en su nacimiento.
Q. EL Guadual	3,6	380	4.300	Medianamente con protección.
Q. El Pueblo	3,2	375	4.100	Desprotegida todo el cauce.
Q. El Putio	0,6	150	2.550	Desprotegida todo el cauce y altamente contaminada por el alcantarillado municipal.
Q. La Pringamosa	6,0	1.245	5.950	Medianamente con protección.
Q. El Teniente	2,6	150	2.900	Desprotegida todo el cauce y medianamente contaminada por aguas servidas.
Q. Golondrinas	3,0	363	3.150	Desprotegida todo el cauce y medianamente contaminada por aguas servidas.
Q. La Cueva	3,5	347	4.550	Surte el acueducto de las veredas La Mesa y La Esmeralda, pero es insuficiente, se halla desprotegida.
Q. La Esperanza	3,8	360	3.800	Desprotegida todo el cauce y medianamente contaminada por aguas servidas.
Q. Las Golondrinas	3,5	350	5.550	Desprotegida todo el cauce y medianamente contaminada por aguas servidas.
Q. La Pedregosa	4,5	750	2.650	Surte el acueducto de Yarumal y el Cabildo Llano Buco, se halla con buena vegetación.

Q. Los Medios	3,6	n.d.	3.100	Desprotegida medianamente servidas. todo el cauce y contaminada por aguas
Q. Piedra Gorda	2,5	n.d.	2.750	Desprotegida medianamente servidas. todo el cauce y contaminada por aguas
Q. La Murciélagu	4,0	n.d.	3.800	Surte el acueducto Vereda San Isidro y le falta reforestación.
Río Yaguaracito	15,0	n.d.	7.600	Esta longitud es desde su nacimiento hasta el límite con Tesalia, presenta deforestación en su parte alta.
Río Negro	n.d.	n.d.	33.000	Desprotegida toda el cauce.

Fuente: POT Nátaga

4.4. GEOTECNIA

De acuerdo a la información obtenida, las viviendas en la zona urbana, en general se encuentran en un estado regular, no existiendo la vivienda suntuaria y sin ningún estudio arquitectónico.

El estado es homogéneo en todas las viviendas y se localizan en el centro, oriente y occidente del área urbanizada y se ha seguido la tendencia de la construcción en bahareque que da la sensación de antigüedad.

4.5. SUELOS, COBERTURA Y USOS DEL SUELO

Se toma como base el Estudio General de Suelos realizado por el Agustín Codazzi, sin embargo, con base en los estudios de análisis de suelos que se tiene en la UMATA, realizados en laboratorios de CORPOICA, se encuentra que la mayoría de suelos se caracterizan por ser ácidos, moderadamente profundos y superficiales, bien drenados, de textura franco-arenosa, limitados por procesos erosivos y de baja fertilidad. Predominan las rocas.

Según las características de los suelos, se presentan varias limitantes para el desarrollo de actividades agropecuarias como son: la acidez, hace que los suelos requieran la aplicación de cal para corregir la acidez para la producción agrícola; suelos superficiales, dificultan la expansión radicular por la poca capa orgánica presente, haciéndolos solamente aptos para cultivos de raíz superficial como el café y dificultado el desarrollo de plantas arbustivas que retengan la capa superficial; franco arenosos, los hace susceptibles a la erosión, no se pueden implementar cultivos limpios como tampoco los potreros o praderas. Se dificulta el establecimiento de asentamientos por ser propensos a presentarse deslizamientos.

Tabla 5. Características principales de los suelos en el Municipio de Nátaga

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS SUELOS EN EL MUNICIPIO DE NATAGA			
PAISAJE - RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	FORMAS	PROCESOS GEOMORFOLOGICOS ACTUALES
Montaña: Filas y vigas asociadas	Rocas ígneas (granito)	Fuertemente escarpados con pendientes >75%	Suelos entre moderados y profundos desarrollados a partir de arcillas rojas ferruginosas derivadas de rocas volcánicas, con características ácidas ricos en materia orgánica.
Montaña: Filas y vigas	Conglomerados de rocas ígneas	Fuertemente escarpados con pendientes de 50 al 75%	Suelos superficiales de acción muy ácida desarrollados a partir de materiales ígneos y metamórficos (granito neises)
Pendiente: Abanicos y Glacis de Erosión	Materiales detriticos en matriz arcillosa	Fuertemente ondulados con pendientes de 12 al 25%	Suelos entre superficiales y profundos y ligeramente inclinados a inclinado con disecciones amplias y ondulados, bien evolucionados con perfil A-B4-C.
Pendiente: Abanicos y Glacis de Erosión	Arcillas compactas	Ligeramente inclinadas con pendientes de 3 al 7%	Suelos bien evolucionados de perfil A.B.C.
Pendiente: Abanico disectado	Coluviones de granitos y neises	Fuertemente ondulado con pendientes de 12 al 25%	Suelos moderadamente evolucionados con perfil A.W.C.
Montaña: Colinas y lomas	Arcillas rojas	Moderado escarpado con pendientes de 50 al 75%	Suelos profundos o moderadamente profundos bien drenados, derivados de rocas ígneas (ignibritas) y material detritico de rocas graníticas.
Montaña: Colinas y lomas	Arcillas derivadas de ignibritas	Moderado quebrado con pendientes de 12 al 25%	Suelos bien evolucionados moderadamente profundos y bien drenados, derivados de rocas ígneas y material detritico de rocas graníticas
Montaña: Crestones y flatirones	Areniscas arcillas y pizarras	Fuertemente ondulado a quebrado con pendientes de 12 al 25%	Suelos fuertemente inclinados a escarpados bien drenados, ácidos de fertilidad baja y evolucionados a partir de material arcilloso pizarras .

Fuente: Estudio General de Suelos Departamento del Huila - IGAC

4.6. CALIDAD DEL AGUA

La mejor descripción de la calidad del agua del Sistema de PTAR y vertimientos del alcantarillado del casco urbano de Nátaga, está consignado en el Informe de Resultados del Monitoreo Realizado en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, el Vertimiento Tinajitas y Fuente Receptora Quebrada El Pueblo el 2 y 3 de Diciembre de 2019 en el Municipio de Nátaga.

4.6.1. Vertimiento PTAR principal Nataga

Los resultados del monitoreo en el vertimiento PTAR principal Nátaga se resumen en la Figura 16. De acuerdo con estos resultados todos los parámetros de análisis comparables con la Resolución 631 de 2015 cumplen la norma de vertimiento, pues se encuentran en los valores y rangos permisibles.



CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA

INGENIERIA - LABORATORIO - SERVICIOS

LABORATORIO ACREDITADO

ISO/IEC 17025 : 2017

Resolución No. 0003

Del 02 de Enero del 2019



IDEAM

Instituto de Hidrología,
Meteorología y Estudios Ambientales

Información del Cliente	
Cliente	AQUATEKNICA LTDA
NIT/D.I	900127670 - 6
Contacto	WILLIAM CASTRO
Teléfono	8741229 - 3117357573
Email	aquateknica@gmail.com
Dirección	Calle 34 # 26 - 42

Información del Muestreo			
Matriz	ARD – Agua Residual Doméstica		
	Procedimiento No.	AMB-PRO-01	Plan Muestreo 19-465
	Lugar	NÁTAGA - HUILA	
	Punto	SALIDA PTAR	
	Coordenadas	LAT 2°32'27.2" LONG 75°48'39.9" ALT 1406 m.s.n.m.	
Muestra Tomada	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA		
Fecha Toma	Fecha Recepción	Hora Muestreo	Tipo de muestreo
2019-12-02	2019-12-03	09:30	SIMPLE

RES 0631 ART 8 <= 625 Kg DBO5/dia

RESOLUCIÓN 0631 / 2015 Art. 8

PARAMETROS	UNIDAD	LMQ	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES
GENERALES					
PH (*)	Unidades de pH	1.28	SM 4500 H+ B	7.25	6.00 a 9.00
TEMPERATURA MUESTRA (*)	°C	N.E.	SM2550 B	22.53	<40°C
DETERGENTES - TENSOACTIVOS (SAAM) (-)	mg SAAM/L	0.10	SM 5540 C	<0.1	Análisis y Reporte
SOLIDOS SEDIMENTALES (*)	mL/L	0.1	SM 2540 F	0.4	5.00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (*)	mg/L	10.00	SM 2540 D	78.0	90.00
GRASAS Y ACEITES (*)	mg/L	10.00	SM 5520 B	<10.00	20.00
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (*)	mg/L	10.00	SM 2540 C	221.0	-
DBO5 (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O2/L	5.00	SM 5210 B, SM 4500 O-C, SM 4500 O-G	73.39	90.00
DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O2/L	10.0	SM 5220 D	164.3	180.00
CAUDAL (*)	L/s	N.E.	VOLUMÉTRICO	4.80	-
TURBIDEZ (*)	NTU	1.00	SM 2130 B	62.7	-
HIDROCARBUROS					
HIDROCARBUROS TOTALES (TPH) (*)	mg/L	10.00	NTC 3362.2005-06-29, NUMERAL 4, MÉTODO C Y NUMERAL 7, MÉTODO F	<10.00	Análisis y Reporte
COMPUESTOS DE FÓSFORO					
FÓSFORO REACTIVO DISUELTO (LEÍDO COMO ORTOFOSFATO) (*)	mg PO4/L	0.20	SM4500-P E	<0.20	Análisis y Reporte
FÓSFORO TOTAL (*)	mg P/L	0.20	SM 4500-P B.E	1.00	Análisis y Reporte
COMPUESTOS DE NITRÓGENO					
NITRÓGENO TOTAL (-)	mg N/L	5.00	SEMI-MICRO KJELDAHL SM 4500-NORG C, SM 4500 NH3 B,C	39.13	Análisis y Reporte
NITRÓGENO AMONIAAL (AMONIO) (-)	mg NH3-N/L	0.02	SM 4500-NH3 B	24.00	Análisis y Reporte
NITRATOS (*)	mg NO3/L	0.50	MÉTODO SEGÚN RODIER J.	<0.50	Análisis y Reporte
NITRITOS (*)	mg NO2/L	0.005	SM 4500 NO2 B	0.005	Análisis y Reporte

Figura 16. Resultados de calidad de agua en vertimiento PTAR principal Nátaga

4.6.2. Vertimiento PTAR Tinajitas Nataga

Los resultados del monitoreo en el Vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga se resumen en la Figura 17. De acuerdo con estos resultados los parámetros de análisis Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendedos Totales (SST) no cumplen la norma de vertimiento (Resolución 631 de 2015), pues no se encuentran en los valores y rangos permisibles.



CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA
INGENIERIA - LABORATORIO - SERVICIOS

LABORATORIO
ACREDITADO
ISO/IEC 17025 : 2017
Resolución No. 0003
Del 02 de Enero del 2019



IDEAM
Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Información del Cliente		Información del Muestreo			
Cliente	AQUATEKNICA LTDA	Matriz	ARD – Agua Residual Doméstica		
NIT/D.I	900127670 - 6	Procedimiento No.	AMB-PRO-01	Plan Muestreo	19-465
Contacto	WILLIAM CASTRO	Lugar	NÁTAGA - HUILA		
Teléfono	8741229 - 3117357573	Punto	VERTIMIENTO TINAJITAS		
Email	aquatecnica@gmail.com	Coordenadas	N.R		
Dirección	Calle 34 # 26 - 42	Muestra Tomada	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA		
		Fecha Toma	Fecha Recepción	Hora Muestreo	Tipo de muestreo
		2019-12-03	2019-12-03	08:30	SIMPLE

RES 0631 ART 8 <= 625 Kg DBO5/dia				RESOLUCIÓN 0631 / 2015 Art. 8	
PARAMETROS	UNIDAD	LMQ	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES
GENERALES					
PH (*)	Unidades de pH	1.28	SM 4500 H+ B	7.87	6.00 a 9.00
TEMPERATURA MUESTRA (*)	°C	N.E.	SM2550 B	22.4	<40°C
DETERGENTES - TENSOACTIVOS (SAAM) (-)	mg SAAM/L	0.10	SM 5540 C	<0.10	Análisis y Reporte
SOLIDOS SEDIMENTALES (*)	mL/L	0.1	SM 2540 F	0.9	5.00
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (*)	mg/L	10.00	SM 2540 D	146.0	90.00
GRASAS Y ACEITES (*)	mg/L	10.00	SM 5520 B	16.56	20.00
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (*)	mg/L	10.00	SM 2540 C	275.0	-
DBO5 (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O2/L	5.00	SM 5210 B, SM 4500 O-C, SM 4500 O-G	176.15	90.00
DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O2/L	10.0	SM 5220 D	441.29	180.00
CAUDAL (*)	L/s	N.E.	VOLUMÉTRICO	0.11	-
TURBIDEZ (*)	NTU	1.00	SM 2130 B	30.3	-
HIDROCARBUROS					
HIDROCARBUROS TOTALES (TPH) (*)	mg/L	10.00	NTC 3362-2005-06-29, NUMERAL 4, MÉTODO C Y NUMERAL 7, MÉTODO F	<10.00	Análisis y Reporte
COMPUESTOS DE FÓSFORO					
FÓSFORO REACTIVO DISUELTO (LEÍDO COMO ORTOFOSFATO) (*)	mg PO4/L	0.20	SM4500-P E	0.801	Análisis y Reporte
FÓSFORO TOTAL (*)	mg P/L	0.20	SM 4500-P B.E	1.80	Análisis y Reporte
COMPUESTOS DE NITRÓGENO					
NITROGENO TOTAL (-)	mg N/L	5.00	SEMI-MICRO KJELDAHL SM 4500-NORG C, SM 4500 NH3 B.C	46.75	Análisis y Reporte
NITROGENO AMONICAL (AMONIO) (-)	mg NH3-N/L	0.02	SM 4500-NH3 B	9.70	Análisis y Reporte
NITRATOS (*)	mg NO3/L	0.50	METODO SEGUN RODIER J.	<0.50	Análisis y Reporte
NITRITOS (*)	mg NO2/L	0.005	SM 4500 NO2 B	0.042	Análisis y Reporte

Figura 17. Resultados de calidad de agua en vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga

Esto es concordante con la realidad, pues se tiene que esta PTAR no está funcionando actualmente y como ya se mencionó en la actualidad está siendo rehabilitada en virtud del Contrato de Obra No. 143 de 2019 que tiene como objeto la Optimización del Sistema de Alcantarillado Sanitario en el Municipio de Nátaga, razón por la cual se espera que una vez entre nuevamente en operación, este vertimiento posterior a la PTAR Tinajitas Nátaga cumpla con los lineamientos de la Resolución 631 de 2015.

4.6.3. Calidad de agua en la Quebrada El Pueblo

4.6.3.1. Metodología para determinar calidad del agua en fuente superficial

Un índice de calidad de agua, consiste básicamente en una expresión simple de combinación más o menos compleja de un número de parámetros los cuales sirven como una medida de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color. Para las evaluaciones de índice de calidad de aguas, diferentes organizaciones de varias nacionalidades involucradas en el control del recurso hídrico, han usado históricamente y de manera regular, índices fisicoquímicos, sin embargo, mientras los índices de calidad aparecen en la literatura a principios de 1965 (Horton, 1965), la ciencia del desarrollo de los índices de calidad de agua no madura hasta los 70s. Esto pudo deberse a que no fueron ampliamente utilizados en las diferentes agencias de monitoreo de la calidad acuática.

Los índices pueden generarse utilizando ciertos elementos básicos en función de los usos del agua, el “ICA”, define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos Índices son llamados de “Usos Específicos”. El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

El índice de calidad del agua está determinado por 9 parámetros, cada uno de los cuales tiene un peso específico en la incidencia total del indicador, dependiendo del impacto del parámetro. Estos parámetros son:

- Coliformes Fecales (NMP/100 ml) y peso específico de 0,16.
- pH (en unidades de pH) y peso específico de 0,11.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) y peso específico de 0,11.

- Nitratos (NO_3 en mg/L) y peso específico de 0,10.
- Fosfatos (PO_4 en mg/L) y peso específico de 0,10.
- Cambio de la Temperatura (en $^{\circ}\text{C}$) y peso específico de 0,10.
- Turbidez (en NTU) y peso específico de 0,08.
- Sólidos Disueltos Totales (en mg/ L) y peso específico de 0,07.
- Oxígeno Disuelto (OD en % saturación) y peso específico de 0,17.

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación del curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo “General” se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

Valor del índice	Clasificación de Calidad	Color
0 – 25	Calidad Muy Mala	Rojo
26 – 50	Calidad Mala	Naranja
51 – 70	Calidad Media	Amarillo
71 -90	Calidad Buena	Verde
91 -100	Calidad Excelente	Azul

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “muy mala” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación.

La evaluación numérica del “ICA”, con técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos se debe a Brown.

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA_a) o una función ponderada multiplicativa (ICAm). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Q_i * w_i)$$

Dónde:

w_i: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Q_i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Q_i: Subíndice del parámetro i.

A cada parámetro de calidad se le atribuye un peso (w_i), de acuerdo a su importancia, dentro de la calificación de la calidad del agua, tal como se presenta a continuación:

Para hallar el Q_i de acuerdo al valor de medición, se determina de gráficos o software donde se relaciona con el parámetro de interés.

4.6.3.2. Cálculo del ICA en la Quebrada El Pueblo

El cálculo del ICA se estimó solamente para la Quebrada El Pueblo, puesto que la PTAR Principal Nátaga que está funcionando normalmente es la que vierte el agua residual tratada a dicha fuente receptora.

Para el caso de la Quebrada El Putio, como el vertimiento se está generando antes de entrar a la PTAR Tinajitas, se estimó no conveniente hacer el análisis de ICA entendiendo que la afectación sobre la fuente receptora no se produce a partir de agua residual tratada, sino agua cruda sin tratamiento, además que el vertimiento corresponde a un caudal por debajo de 1 L/s.

Los resultados de los parámetros medidos para la Quebrada El Pueblo aguas arriba y aguas abajo, se muestran en las Figuras 18 y 19 respectivamente.

Fecha	Orden No.	Informe Laboratorio	Estado del Informe
2019-12-20	5770	M2375	DEFINITIVO

REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO AMB-FOR-66 VERSIÓN 00 VIGENTE DESDE 2018-11-06

Información del Cliente		Información del Muestreo			
Cliente	AQUATEKNICA LTDA	Matriz	ASup – Agua Superficial		
NIT/D.I	900127670 - 6	Procedimiento No.	AMB-PRO-01	Plan Muestreo	19-465
Contacto	WILLIAM CASTRO	Lugar	NÁTAGA - HUILA		
Teléfono	8741229 - 3117357573	Punto	QUEBRADA EL PUEBLO AGUAS ARRIBA DEL VERTIMIENTO		
Email	aquatecnica@gmail.com	Coordenadas	LAT 2°32'31.44" LONG 75°48'34.02" ALT 1438 m.s.n.m.		
Dirección	Calle 34 # 26 - 42	Muestra Tomada	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA		
		Fecha Toma	Fecha Recepción	Hora Muestreo	Tipo de muestreo
		2019-12-03	2019-12-03	09:40	INTEGRADO

FUENTE RECEPTORA					No aplica	
FECHA ANALISIS	PARAMETROS	UNIDAD	LMQ	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES
GENERALES						
2019-12-03	DBO5 (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O2/L	5.00	SM 5210 B, SM 4500 O-C, SM 4500 O-G	<5.00	-
2019-12-16	DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O2/L	10.00	SM 5220 D	<10.00	-
2019-12-13	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (*)	mg/L	10.00	SM 2540 C	30.0	-
2019-12-02	TEMPERATURA MUESTRA (*)	°C	N.E.	SM2550 B	20.6	-
2019-12-03	TURBIDEZ (*)	NTU	1.0	SM 2130 B	9.97	-
2019-12-02	CAUDAL (*)	L/s	N.E.	MICRO-MOLINETE	10.42	-
2019-12-03	OXÍGENO DISUELTO (*)	mg O2/L	1.09	ASTM D 888- 09 METODO C	5.86	-
2019-12-03	PORCENTAJE SATURACIÓN OXIGENO (*)	%	N.E.	SM 5210 B, SM 4500 O-C, SM 4500 O-G	77.5	-
2019-12-03	SOLIDOS SEDIMENTALES (*)	mL/L	0.1	SM 2540 F	<0.1	-
2019-12-03	PH (*)	Unidades de pH	1.28	SM 4500 H+ B	8.14	-
COMPUESTOS DE FÓSFORO						
2019-12-04	FÓSFORO REACTIVO DISUELTO (LEÍDO COMO ORTOFOSFATO) (*)	mg PO4/L	0.20	SM4500-P E	<0.20	-
COMPUESTOS DE NITRÓGENO						
2019-12-04	NITRATOS (*)	mg NO3/L	0.50	MÉTODO SEGÚN RODIER J.	1.23	-

Figura 18. Resultados de calidad de agua Quebrada El Pueblo (aguas arriba)



CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA
INGENIERIA - LABORATORIO - SERVICIOS

LABORATORIO
ACREDITADO
ISO/IEC 17025 : 2017
Resolución No. 0003
Del 02 de Enero del 2019



Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

Fecha	Orden No.	Informe Laboratorio	Estado del Informe
2019-12-20	5770	M2374	DEFINITIVO

REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO AMB-FOR-66 VERSIÓN 00 VIGENTE DESDE 2018-11-06

Información del Cliente		Información del Muestreo			
Cliente	AQUATEKNICA LTDA	Matriz	ASup – Agua Superficial		
NIT/D.I	900127670 - 6	Procedimiento No.	AMB-PRO-01	Plan Muestreo	19-465
Contacto	WILLIAM CASTRO	Lugar	NÁTAGA - HUILA		
Teléfono	8741229 - 3117357573	Punto	QUEBRADA EL PUEBLO AGUAS ABAJO DEL VERTIMIENTO		
Email	aquateknica@gmail.com	Coordenadas	LAT 2°3'20.48" LONG 75°48'40.86" ALT 1359 m.s.n.m.		
Dirección	Calle 34 # 26 - 42	Muestra Tomada	CONSTRUCSUELOS SUMINISTROS LTDA		
		Fecha Toma	Fecha Recepción	Hora Muestreo	Tipo de muestreo
		2019-12-03	2019-12-03	09:40	INTEGRADO

FUENTE RECEPTORA					No aplica	
FECHA ANALISIS	PARAMETROS	UNIDAD	LMQ	METODO	RESULTADO	VALORES PERMISIBLES
GENERALES						
2019-12-03	DBO5 (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O2/L	5.00	SM 5210 B, SM 4500 O-C, SM 4500 O-G	<5.00	-
2019-12-16	DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) (*)	mg O2/L	10.00	SM 5220 D	<10.00	-
2019-12-13	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (*)	mg/L	10.00	SM 2540 C	64.0	-
2019-12-02	TEMPERATURA MUESTRA (*)	°C	N.E.	SM2550 B	23.0	-
2019-12-03	TURBIDEZ (*)	NTU	1.0	SM 2130 B	18.7	-
2019-12-02	CAUDAL (*)	L/s	N.E.	MICRO-MOLINETE	12.25	-
2019-12-03	OXÍGENO DISUELTO (*)	mg O2/L	1.09	ASTM D 888- 09 METODO C	3.71	-
2019-12-03	PORCENTAJE SATURACIÓN OXIGENO (*)	%	N.E.	SM 5210 B, SM 4500 O-C, SM 4500 O-G	56.90	-
2019-12-03	SOLIDOS SEDIMENTALES (*)	mL/L	0.1	SM 2540 F	<0.1	-
2019-12-03	PH (*)	Unidades de pH	1.28	SM 4500 H+ B	8.04	-
COMPUESTOS DE FÓSFORO						
2019-12-04	FÓSFORO REACTIVO DISUELTO (LEÍDO COMO ORTOFOSFATO) (*)	mg PO4/L	0.20	SM4500-P E	0.229	-
COMPUESTOS DE NITRÓGENO						
2019-12-04	NITRATOS (*)	mg NO3/L	0.50	MÉTODO SEGÚN RODIER J.	1.84	-

Figura 19. Resultados de calidad de agua Quebrada El Pueblo (aguas abajo)

Los resultados aplicando la metodología ICA, dan como resultado que existen afectaciones sobre la Quebrada El Pueblo una vez el vertimiento proveniente de la PTAR Principal Nátaga descarga sus aguas sobre dicha quebrada, pero vale destacar que esas afectaciones son principalmente por la presencia de nitratos, fosfatos y oxígeno

combinado con estos elementos, lo cual se aparta en gran medida de la capacidad que tiene el diseño de esta PTAR, al no incluir la remoción de nitratos y fosfatos.

PARÁMETRO	UNIDADES	W _i	A. ARRIBA	Q _i	VALORACIÓN	TOTAL	A. ABAJO	Q _i	VALORACIÓN	TOTAL
Porcentaje de Saturación de Oxígeno	%	0,17	77,5	84	BUENA	14,3	56,9	54	MEDIA	9,2
Coliformes Fecales	NMP/mL	0,16	> 1600	21	MUY MALA	3,4	> 1600	21	MUY MALA	3,4
pH	Unidades de pH	0,11	8,14	80	BUENA	8,8	8,04	84	BUENA	9,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	0,11	< 5,00	100	EXCELENTE	11,0	< 5,00	100	EXCELENTE	11,0
Nitratos	mg/L	0,10	1,23	94	EXCELENTE	9,4	1,84	91	BUENA	9,1
Fosfatos	mg/L	0,10	< 0,20	100	EXCELENTE	10,0	0,229	86	BUENA	8,6
Variación de la Temperatura	°C	0,10	2,4	83	BUENA	8,3	1,0	89	BUENA	8,9
Turbiedad	NTU	0,08	9,97	78	BUENA	6,2	18,7	63	MEDIA	5,1
Sólidos Disueltos	mg/L	0,07	30,00	84	BUENA	5,9	64,0	87	BUENA	6,1
		1,00	ICA AGUAS ARRIBA		BUENA	77,3	ICA AGUAS ABAJO		MEDIA	70,5

Figura 20. Descriptor de calidad de agua Quebrada El Pueblo según ICA

4.7. USOS DEL AGUA

La Quebrada El Pueblo y la Quebrada El Putío aguas abajo del punto de vertimiento, en su recorrido hasta la desembocadura al Río Páez no son utilizadas como fuente hídrica para ninguna actividad de consumo humano, pero se ha identificado predios en los que aprovechan el recurso hídrico para riego de cultivos y bebedero de animales. En el punto de vertimiento el cauce de las quebradas se observó alta deforestación de la vegetación al lado y lado de la margen de la quebrada aumentando el riesgo de remoción de masa y el deterioro de la fuente hídrica.

4.8. HIDROGEOLOGIA

La Serranía de las Nieves es fundamental en la preservación del recurso hídrico pues allí se encuentran las quebradas el lindero, el pueblo, el Orozco, el gradual, el poleo, el mulato, la honda, las lajas, el estoraque, el chiriri y las vigas, las cuales abastecen de agua al Municipio de Nátaga.

Nátaga cuenta con bastantes fuentes hídricas, pero la mayor parte se están quedando sin agua debido a la tala de árboles en los nacimientos las cuales ya se hallan desprotegidas. El río Negro de Narváez y el río Páez forman la hoya hidrográfica de Nátaga al igual que la subcuenca del Yaguaracito.

La zona occidental esta surcada por el río Negro de Narváez, que presenta un caudal grande con posibilidades para implementar un distrito de riego para los municipios vecinos de Tesalia y Paicol, pues dada la topografía no permite la utilización de estas aguas en las veredas de Nátaga.

4.9. MEDIO BIOTICO

4.9.1. Ecosistemas acuáticos

El Municipio de Nátaga cuenta con un ecosistema estratégico muy representativo para todos los Nataguenses y que a la vez comparten con el Municipio de Tesalia, es un hermoso escenario para la práctica de actividades ecoturísticas, posee grandes atractivos como cascadas ya que en este lugar nacen las quebradas que rodean al Municipio; entre ellas El Estoraque, La Laja, La Lajita, La Honda, El Mulato entre otras; estas ofrecen en conjunto al municipio unos 27.6 litros por segundo de agua; es por eso que se convierte en una zona muy importante gracias a sus grandes reservas en agua, fauna y flora, además de las áreas de bosque primario (presente sólo en esta zona).

Durante el recorrido se logró constatar diferentes tipos de bosques, una pequeña parte de la serranía está compuesta por BOSQUE PRIMARIO, otra por REFORESTACION CON ESPECIES NATIVAS y otra por REGENERACION NATURAL; tiene un importante trabajo en aislamiento permitiendo una buena conservación de la zona y productora de fuentes hídricas.

4.9.2. Ecosistemas terrestres

Vegetación de baja altura que generalmente es producto del proceso de sucesión de pastos o cultivos, hacia coberturas arbóreas. Se encuentran rastrojos y cobertura vegetal en estado de sucesión temprano.

En las márgenes de las Quebradas El Pueblo y el Putio, cerca de los sistemas de tratamiento de agua residual se observa una desforestación ALTA debido a fenómenos antrópicos, provocando problemas de remoción de masa en las pendientes aledañas.

4.10. MEDIO SOCIOECONOMICO

4.10.1. Población

En el Censo realizado durante el año 2018 y con proyecciones hasta para el año 2020 se determinó una población para el Municipio de Nataga de 6.573 habitantes, de los cuales el 40.90% se ubican en la cabecera municipal y el 59.10% en el área rural. Del total de la

población el 52.7% son hombres y el 47.3% son mujeres. En el Municipio de Nataga se localiza el 0.58% de la población total del Departamento del Huila.

Tabla 6. Población reciente Municipio de Nátaga

POBLACION RECIENTE MUNICIPIO DE NATAGA			
POBLACION	2018	2019	2020
Cabecera Municipal	2.648	2669	2688
Centro Poblado y Rural Disperso	3.821	3.851	3.885
Total	6.469	6.520	6.573

Fuente: Censo DANE 2018

4.10.2. Servicios públicos

4.10.2.1. Servicio de acueducto

El acueducto de la cabecera municipal de Nataga deriva sus aguas de dos fuentes de abastecimiento: la Quebrada El Lindero y la Quebrada El Orozco. Desde el punto de vista de legalidad ambiental, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), otorgó al Municipio de Nátaga la concesión de aguas mediante Resolución No. 1138 del 02 de Mayo de 2016 por el término de 20 años, autorizando 5,59 L/s de la Quebrada El Orozco y 11,19 L/s de la Quebrada El Lindero, para un total de 16,78 L/s. Posteriormente mediante Resolución No. 4140 del 28 de Diciembre de 2017 autorizó el traspaso de la concesión a Aguas del Huila S.A. E.S.P.

El servicio de acueducto en el casco urbano de Nataga es prestado actualmente por la empresa Aguas del Huila S.A. E.S.P., las redes de acueducto existentes en términos generales están en buen estado. La longitud total de las redes asciende a 9.320 m en PVC y tiene diámetros entre ½" y 6". De las redes existentes 4.770 m (51,18%) pertenecen a la aducción, 350 m (3,76%) hacen parte de la conducción y los restantes 4.200 m (45,06%) conforman la red de distribución. Las conexiones domiciliarias son en tubería de PVC de ½" y se encuentran en buen estado de funcionamiento con una cobertura de servicio del 100%. El sistema de acueducto cuenta con una PTAP para la potabilización del agua, la cual cumple los lineamientos de la Resolución 2115 de 2007, en relación con la calidad del agua. A pesar de ello, actualmente la misma está en ejecución de obras para el mejoramiento de su infraestructura.

4.10.2.2. Servicio de alcantarillado y aseo

Los servicios de alcantarillado y aseo también son prestados por Aguas del Huila S.A. E.S.P. En el caso particular del aseo, la empresa tiene dentro del esquema de prestación del servicio los componentes de recolección y transporte para lo cual cuenta con un vehículo compactador que lleva los residuos sólidos generados en el casco urbano de Nátaga hasta su disposición final en el Relleno Sanitario Los Ángeles en jurisdicción de Neiva, relleno administrado por Ciudad Limpia S.A. E.S.P.

5. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO

El conocimiento del riesgo comprende la identificación de amenazas del medio hacia al proyecto y del proyecto hacia el medio, de los elementos expuestos a dichas amenazas y la interrelación entre las amenazas y los elementos vulnerables para determinar la afectación de los mismos en caso de manifestación de las amenazas.

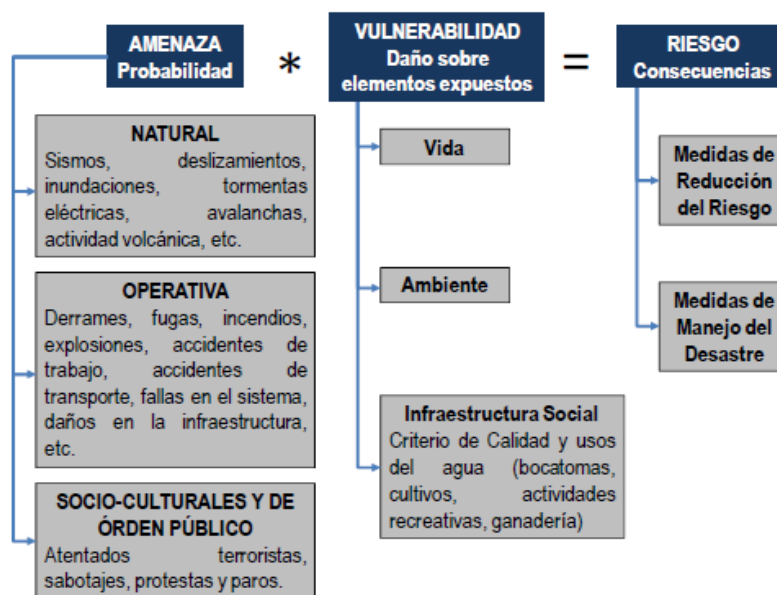


Figura 21. Esquema general para el desarrollo del análisis del riesgo

De acuerdo al artículo 4º Ley 1523 de 2012: *“Es el modelo mediante el cual se relacionan la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades de ocurrencia. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de*

seguridad establecidos, con el propósito de definir los tipos de intervención y el alcance de la reducción del riesgo y la preparación para la respuesta y la recuperación”.

El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.

RIESGO = AMENAZA x VULNERABILIDAD

AMENAZA = INTENSIDAD x FRECUENCIA

VULNERABILIDAD = EXPOSICIÓN x SUSCEPTIBILIDAD / RESILIENCIA

5.1. DIAGNOSTICO INICIAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ACTUAL

Para la evaluación inicial del sistema de tratamiento que actualmente se encuentra en el Municipio de Nátaga, se utilizó la metodología propuesta de la UNE-150008 de 2008, que consiste en una lista de chequeo con el propósito de verificar su estado y su cumplimiento de acuerdo a la normatividad ambiental vigente. Esta lista de chequeo está enfocada a calidad, ubicación, monitoreo y cumplimiento de la normatividad vigente del sistema de tratamiento actual.

La calificación se plantea de la siguiente manera: diez (10) es el puntaje mínimo y cien (100) es el puntaje máximo. La calificación total máxima es 1200 puntos y la calificación total mínima es 120 puntos. Para calcular el porcentaje final se realiza la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Puntaje Total}}{1200} \times 100$$

Tabla 7. Estándares de calificación del riesgo - Metodología UNE-150008 de 2008

ESTANDARES DE CALIFICACIÓN DEL RIESGO METODOLOGIA UNE-150008 de 2008	
CALIFICACION	RANGO
Excelente	86% a 100%
Eficiente	66% a 85%
Aceptable	50% a 65%
Deficiente	≤10% a 49%

Fuente: Guzmán, 2012. – UNE – 150008 de 2008

Tabla 8. Matriz de análisis de riesgos vertimiento PTAR principal Nátaga

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS VERTIMIENTO PTAR PRINCIPAL NATAGA			
PREGUNTA	TOTAL	PARCIAL	NO CUMPLE
	100 PUNTOS	60 PUNTOS	10 PUNTOS
¿La PTAR se encuentra ubicada en un sitio adecuado para la empresa y el entorno?	X		
¿La PTAR produce impacto negativo al área de influencia?		X	
¿La PTAR emite olores fuertes al ambiente?		X	
¿El tamaño de la PTAR es apropiado para la cantidad de aguas residuales que genera el municipio?	X		
¿Existe un monitoreo y/o control de la PTAR?		X	
¿Existen herramientas para controlar y/o verificar permanentemente el estado de la PTAR?		X	
¿Existen herramientas para monitorear la calidad del agua residual que genera la PTAR?		X	
¿La PTAR cuenta con trampa de grasas?	X		
¿La PTAR fue diseñada para tratar las aguas residuales que recibe?	X		
¿Se cumple con la normatividad ambiental vigente?	X		
¿Se realizan análisis de aguas residuales?	X		
¿Existe adecuada disposición final de los lodos?		X	
SUBTOTALES	600	360	
TOTAL	960		

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

Según los resultados obtenidos en la aplicación de puntajes de la lista de chequeo para el vertimiento de la PTAR principal de Nataga, se obtuvo un total de 960 puntos, que corresponde al 80,0%, eso quiere decir, que de acuerdo con lo expresado en la Tabla 7, la PTAR principal de Nataga se encuentra en un estado calificado como EFICIENTE.

Tabla 9. Matriz de análisis de riesgos vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS VERTIMIENTO PTAR TINAJITAS NATAGA			
PREGUNTA	TOTAL	PARCIAL	NO CUMPLE
	100 PUNTOS	60 PUNTOS	10 PUNTOS
¿La PTAR se encuentra ubicada en un sitio adecuado para la empresa y el entorno?	X		
¿La PTAR produce impacto negativo al área de influencia?		X	
¿La PTAR emite olores fuertes al ambiente?		X	
¿El tamaño de la PTAR es apropiado para la cantidad de aguas residuales que genera el municipio?	X		
¿Existe un monitoreo y/o control de la PTAR?		X	
¿Existen herramientas para controlar y/o verificar permanentemente el estado de la PTAR?		X	
¿Existen herramientas para monitorear la calidad del agua residual que genera la PTAR?		X	
¿La PTAR cuenta con trampa de grasas?			X
¿La PTAR fue diseñada para tratar las aguas residuales que recibe?	X		
¿Se cumple con la normatividad ambiental vigente?		X	
¿Se realizan análisis de aguas residuales?	X		
¿Existe adecuada disposición final de los lodos?		X	
SUBTOTALES	400	420	10
TOTAL	830		

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

Según los resultados obtenidos en la aplicación de puntajes de la lista de chequeo para el vertimiento de la PTAR Tinajitas de Nataga, se obtuvo un total de 830 puntos, que corresponde al 69,2%, eso quiere decir, que la PTAR Tinajitas de Nataga se encuentra en un estado calificado como EFICIENTE.

5.2. IDENTIFICACION Y DETERMINACION DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE AMENAZAS

Las amenazas generalmente están asociadas con la probabilidad que se presenten (ocurrencia) fenómenos que constituyan peligro para la infraestructura, funcionamiento o fin último del sistema de gestión del vertimiento, sean estos de origen Natural, Tecnológico y/o Sociocultural.

El análisis de éstos eventos y su comportamiento histórico de ocurrencia (frecuencia) y la identificación de los posibles efectos secundarios de estas amenazas, se consideran como el insumo primordial para la determinación de los escenarios de riesgo.

La evaluación de la amenaza permite tener un conocimiento científico de las causas naturales (las amenazas) e identificar futuras manifestaciones, dando respuesta a tres preguntas básicas: ¿dónde, ¿cómo y cuándo? (área expuesta, severidad, tiempo aproximado de la próxima ocurrencia), con el menor margen de incertidumbre posible (OSSO – CORPES, 1994). A la fecha se han puesto en práctica diferente “modelos” de evaluación que buscan una representación o imagen de la realidad, desde una perspectiva rigurosa.

Entre los criterios más relevantes para realizar la evaluación de los eventos que generan amenazas, se pueden considerar la frecuencia (tiempo de manifestaciones), severidad (efecto del evento) y extensión (área geográfica de exposición), es decir, partiendo del hecho de que su manifestación y ocurrencia puede afectar la correcta operación del sistema, de acuerdo con la siguiente calificación adaptada para el presente estudio:

Tabla 10. Criterios generales de calificación de amenazas

CRITERIOS GENERALES DE CALIFICACIÓN DE AMENAZAS		
CRITERIO	DESCRIPCION	CALIFICACION
FRECUENCIA	ALTA (Evento que se presenta más de una vez en el año o por lo menos una vez en un periodo de uno a tres años)	3
	MEDIA (Evento que se presenta por lo menos una vez en un periodo de tiempo entre 3 y 5 años.)	2
	BAJA (Evento que se presenta al menos una vez en un periodo de tiempo entre 5 a 20 años)	1

SEVERIDAD	ALTA (Numerosas personas fallecidas, lesionadas, afectaciones graves en recursos naturales, suspensión de servicios públicos básicos y actividades económicas durante varios meses, pérdidas económicas considerables, graves afectaciones en la infraestructura y un gran número de viviendas destruidas; y donde las acciones de recuperación y rehabilitación del área se realizarán a largo plazo.	3
	MEDIA (Pocas personas fallecidas, varias personas lesionadas de mínima gravedad, afectación moderada del territorio, los efectos ambientales son manejados adecuadamente, afectaciones temporales en las redes de servicios públicos, suspensión temporal de actividades económicas, afectación moderada en la infraestructura, pocas viviendas destruidas y varias viviendas averiadas. las acciones de recuperación y rehabilitación del área se realizarán a mediano plazo.	2
	BAJA (Sin personas fallecidas, muy pocas personas lesionadas de mínima gravedad, mínima afectación en el territorio, sin afectación en las redes de servicios públicos, no hay interrupción en las actividades económicas, sin afectación en infraestructura, no hay destrucción de viviendas, ni viviendas averiadas. las acciones de recuperación y rehabilitación del área se realizarán en un corto plazo. No hay efectos ambientales evidentes.)	1
EXTENSION	REGIONAL (el cual involucra varias unidades territoriales departamentos y/o municipios)	3
	LOCAL (involucra varias veredas o barrios dentro de un municipio)	2
	PUNTUAL (se manifiesta en un sitio específico y no trasciende a otros puntos del territorio)	1

Fuente: Guía Metodológica Planes Departamentales Gestión del Riesgo. Bogotá 2012

Para cada una de las amenazas es necesario determinar el nivel de intensidad, frecuencia y afectación del territorio, posteriormente se debe proceder con la calificación indicativa de las amenazas como se describe en la siguiente ecuación:

$$\text{AMENAZA (A)} = \text{FRECUENCIA (f)} + \text{SEVERIDAD (s)} + \text{EXTENSIÓN (e)}$$

Esta calificación debe ser realizada para cada una de las amenazas, teniendo en cuenta los valores obtenidos en cada una de las variables mencionadas anteriormente. En la siguiente tabla se observan los intervalos de calificación de las amenazas:

Tabla 11. Intervalos de calificación de amenazas

INTERVALOS DE CALIFICACIÓN DE AMENAZAS	
INTERVALO	CALIFICACION DE LA AMENAZA
DE 1 A 3	Baja
DE 4 A 6	Media
DE 7 A 9	Alta

Fuente: Guía Metodológica Planes Departamentales Gestión del Riesgo. Bogotá 2012

5.2.1. Amenazas de origen natural del área de influencia

Las amenazas naturales hacen referencia a los fenómenos de formación, transformación y cambio del planeta y se caracterizan porque el ser humano no incide directamente ni en su ocurrencia ni en su magnitud; están relacionadas con aspectos geológicos (amenaza sísmica, volcánica), aspectos geomorfológicos (remoción en masa), aspectos hidrológicos (crecidas, inundaciones, avalanchas, avenidas torrenciales), aspectos climáticos (tormentas eléctricas), aspectos geotécnicos (asentamientos diferenciales del terreno), entre otros.

Según la recopilación de información secundaria y primaria adelantada dentro del presente proceso de formulación del PGRMV, los fenómenos que constituyen capacidad de generar daños o pérdidas en el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga son los siguientes:

Las altas pendientes que predominan en el municipio de Nátaga, aunado a la deforestación, el mal manejo de suelos y de aguas superficiales y en especial la conformación de sus suelos (arcillas) hacen que en todo el territorio se presente una propensión a las zonas de riesgo por remoción en masa en épocas de invierno.

Otro factor que hace de Nátaga una zona con propensión al riesgo es el hecho de hallarse sobre una falla natural que atraviesa el municipio de occidente a oriente y otra que alcanza a tocarlo en el límite sur oriental.

En la zona urbana encontramos como zona de riesgo la parte alta del barrio Pueblo Nuevo, en este sector ya se realizó la reubicación de las viviendas que se hallaban allí establecidas y se debe tener presente para que no se permita la construcción de nuevas viviendas o de infraestructura.

Otra zona de riesgo mitigable es en el sector del barrio Los Senderos que también tiene propensión al deslizamiento. Sin embargo, como se ha insistido, por la presencia de arcillas y la pendiente, estas se saturan fácilmente en época de invierno y se presentan pequeños deslizamientos que se traducen en agrietamientos en las estructuras de las viviendas.

Tabla 12. Identificación de fenómenos amenazantes de origen natural
Sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga

IDENTIFICACION DE FENOMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN NATURAL SISTEMA DE GESTION DE VERTIMIENTOS EN NATAGA		
EVENTO	DESCRIPCION	AMENAZA
Sismo con influencia en casco urbano del municipio de Nataga.	Averías y pérdidas en la infraestructura del sistema de gestión del vertimiento, el sistema de recolección de aguas residuales y demás elementos que hacen parte integral del mismo.	Sismo con influencia en casco urbano del municipio de Nataga.
Avalanchas en las Quebradas El Pueblo y El Putío.	Arrastre de grandes cantidades de lodos y material sólido por el cauce de las quebradas El Pueblo y El Putío, las cuales podrían ocasionar pérdidas parciales o totales de la infraestructura física del sistema de gestión del vertimiento e imposibilitar el tratamiento de las aguas servidas.	Avalanchas en las Quebradas El Pueblo y El Putío.
Remoción en masa	Daños a la red de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales por daños en la infraestructura y contaminación directa a suelos y fuentes hídricas receptoras.	Remoción en masa

Fuente: Guía Metodológica Planes Departamentales Gestión del Riesgo. Bogotá 2012

Tabla 13. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen natural
Vertimiento PTAR principal Nátaga

ANALISIS Y EVALUACION DE FENOMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN NATURAL VERTIMIENTO PTAR PRINCIPAL NATAGA			
CONDICIÓN DE AMENAZA	AMENAZAS		
	Sísmica	Avalancha de la Quebrada El Pueblo	Remoción en masa
Descripción del fenómeno amenazante	El Municipio de Nátaga se encuentra en zona de amenaza sísmica ALTA según el estudio elaborado por el INGEOMINAS y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica en el año 1996.	Se manifiesta por el transporte de sedimentos y elementos sólidos por el cauce de la Quebrada El Pueblo, debido al desprendimiento de suelos aguas arriba del sistema de gestión del vertimiento.	Se presenta por el desprendimiento de suelo cuesta abajo de forma vertical o longitudinal, que pueda afectar la infraestructura del sistema de gestión del vertimiento.
Identificación de causas del fenómeno amenazante	La causa es de origen natural.	La causa es de origen natural y/o antrópico.	La causa es de origen natural y/o antrópico.

Identificación de factores que favorecen la condición de amenaza	De acuerdo a la magnitud del evento sísmico, la infraestructura podrá verse afectada en la medida en que sus materiales y métodos constructivos no hayan sido orientados a la resistencia de estos fenómenos.				La cercanía del sistema de gestión del vertimiento al cauce de la Quebrada El Pueblo, lo que favorece el grado de afectación.				Procesos erosivos, con escasa cobertura vegetal, lluvias torrenciales, fallas geológicas y altas pendientes.			
EVALUACIÓN	F	S	E	C	F	S	E	C	F	S	E	C
	2	2	3	7	2	2	2	6	1	2	1	4
	ALTA				MEDIA				MEDIA			

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

Tabla 14. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen natural
Vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE FENÓMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN NATURAL VERTIMIENTO PTAR TINAJITAS NATAGA												
CONDICIÓN DE AMENAZA	AMENAZAS											
	Sísmica				Avalancha de la Quebrada El Pueblo				Remoción en masa			
Descripción del fenómeno amenazante	El Municipio de Nátaga se encuentra en zona de amenaza sísmica ALTA según el estudio elaborado por el INGEOMINAS y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica en el año 1996.				Se manifiesta por el transporte de sedimentos y elementos sólidos por el cauce de la Quebrada El Putío, debido al desprendimiento de suelos aguas arriba del sistema de gestión del vertimiento.				Se presenta por el desprendimiento de suelo cuesta abajo de forma vertical o longitudinal, que pueda afectar la infraestructura del sistema de gestión del vertimiento.			
Identificación de causas del fenómeno amenazante	La causa es de origen natural.				La causa es de origen natural y/o antrópico.				La causa es de origen natural y/o antrópico.			
Identificación de factores que favorecen la condición de amenaza	De acuerdo a la magnitud del evento sísmico, la infraestructura podrá verse afectada en la medida en que sus materiales y métodos constructivos no hayan sido orientados a la resistencia de estos fenómenos.				La cercanía del sistema de gestión del vertimiento al cauce de la Quebrada El Putío, lo que favorece el grado de afectación.				Procesos erosivos, con escasa cobertura vegetal, lluvias torrenciales, fallas geológicas y altas pendientes.			
EVALUACIÓN	F	S	E	C	F	S	E	C	F	S	E	C
	2	2	3	7	2	2	2	6	1	2	1	4
	ALTA				MEDIA				MEDIA			

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.2.2. Amenazas operativas o asociadas a la operación del sistema de gestión del vertimiento en el área de influencia

El sistema de Gestión del Vertimiento del municipio de Nátaga, no requiere del uso de equipos, energías e insumos para su operación normal; sin embargo, pueden desarrollarse ciertos eventos que pueden generar condiciones de riesgo, y que puedan impedir o limitar el tratamiento de las aguas residuales, generando impactos ambientales importantes dentro del área de influencia del mismo. Por lo anterior, se han definido una serie de amenazas que pueden generar riesgos en el momento de la operación y mantenimiento del sistema de gestión del vertimiento y su impedimento para la depuración de las aguas servidas, en un óptimo desempeño y resultado.

Tabla 15. Identificación de fenómenos amenazantes de origen tecnológico sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga

IDENTIFICACION DE FENOMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN TECNOLÓGICO SISTEMA DE GESTION DE VERTIMIENTOS EN NATAGA		
EVENTO	DESCRIPCION	AMENAZA
Presencia de malos olores; proliferación de vectores, de nata flotante y vegetación en la superficie del agua del sistema de tratamiento.	Sobrecarga orgánica que disminuye el pH y la concentración de oxígeno disuelto, lo que genera un desequilibrio en la dinámica de operación del sistema.	Incumplimiento de la Norma de vertimiento.
Presencia de sustancias químicas y/o tóxicas por efluentes industriales.	Transporte de sustancias químicas que generan un desequilibrio en la dinámica de operación del sistema.	
Carencia de actividades y/o acciones de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de gestión del vertimiento.	Las diligencias planteadas para la operación y mantenimiento del sistema de gestión del vertimiento no se realizan efectivamente.	
Alta cantidad de lodos retenida en el fondo de las unidades de tratamiento.	Ausencia de mantenimiento, en el retiro de los lodos acumulados en las unidades de tratamiento.	Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Fuente: Guía Metodológica Planes Departamentales Gestión del Riesgo. Bogotá 2012

Tabla 16. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen tecnológico
vertimiento PTAR principal Nátaga

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE FENOMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN TECNOLÓGICO VERTIMIENTO PTAR PRINCIPAL NATAGA								
CONDICIÓN DE AMENAZA	AMENAZA							
	Incumplimiento de la Norma de vertimiento				Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales			
Descripción del fenómeno amenazante	No se logran alcanzar los niveles de remoción y calidad de agua residual de los parámetros exigidos por la normatividad ambiental.				El sistema de tratamiento no es eficiente en la remoción de la carga contaminante generada por los habitantes del casco urbano del municipio de Nátaga			
Identificación de causas del fenómeno amenazante	Sobrecarga orgánica que disminuye el pH y la concentración de oxígeno disuelto, lo que genera un desequilibrio en la dinámica de operación del sistema.				Alta cantidad de lodos retenida en el fondo de los bioreactores.			
	Transporte de sustancias químicas que generan un desequilibrio en la dinámica de operación del sistema.				Las diligencias planteadas para la operación y mantenimiento del sistema de gestión del vertimiento no se realizan efectivamente.			
Identificación de factores que favorecen la condición de amenaza	Aparición de usuarios del servicio de alcantarillado de tipo industrial.				Carencia del personal y equipos especializados en la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento.			
	Crecimiento acelerado de la población urbana y usuarios del servicio de alcantarillado.							
	Lluvias torrenciales.							
EVALUACIÓN	F	S	E	C	F	S	E	C
	6	2	2	7	2	2	2	6
	MEDIA				MEDIA			

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

Tabla 17. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen tecnológico
vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga

ANÁLISIS Y EVALUACION DE FENOMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN TECNOLÓGICO VERTIMIENTO PTAR TINAJITAS NATAGA								
CONDICIÓN DE AMENAZA	AMENAZA							
	Incumplimiento de la Norma de vertimiento				Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales			
Descripción del fenómeno amenazante	No se logran alcanzar los niveles de remoción y calidad de agua residual de los parámetros exigidos por la normatividad ambiental.				El sistema de tratamiento no es eficiente en la remoción de la carga contaminante generada por los habitantes del casco urbano del municipio de Nátaga			
Identificación de causas del fenómeno amenazante	Sobrecarga orgánica que disminuye el pH y la concentración de oxígeno disuelto, lo que genera un desequilibrio en la dinámica de operación del sistema.				Alta cantidad de lodos retenida en el fondo de los bioreactores.			
	Transporte de sustancias químicas que generan un desequilibrio en la dinámica de operación del sistema.				Las diligencias planteadas para la operación y mantenimiento del sistema de gestión del vertimiento no se realizan efectivamente.			
Identificación de factores que favorecen la condición de amenaza	Aparición de usuarios del servicio de alcantarillado de tipo industrial.				Carencia del personal y equipos especializados en la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento.			
	Crecimiento acelerado de la población urbana y usuarios del servicio de alcantarillado.							
	Lluvias torrenciales.							
EVALUACIÓN	F	S	E	C	F	S	E	C
	6	2	2	7	2	2	2	6
	MEDIA				MEDIA			

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.2.3. Amenazas por condiciones socioculturales y de orden público en el área de influencia

En todo el territorio colombiano existen problemas de orden público, representados por la presencia de grupos al margen de la ley, pero en el casco urbano del Municipio de Nátaga, más exactamente en el punto de vertimiento ésta problemática de inseguridad no se ha visto reflejada desde hace mucho tiempo atrás; convirtiéndolo en la actualidad al casco urbano de Nátaga en un municipio tranquilo para propios y turistas.

En el área de influencia del proyecto se ha realizado prácticas tales como quemas de pastos y vegetación para la ampliación de potreros para la ganadería y agricultura. En relación al nivel de aceptación de la comunidad con el proyecto ha sido de forma satisfactoria, pues en la empresa administradora del servicio de alcantarillado no reposan quejas escritas que alertan de la inconformidad de la comunidad que se encuentra aledaña a la PTAR; Por consiguiente, en esta área no se han registrado marchas, ni bloqueos y sabotajes que puedan afectar el buen funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento.

Para el presente análisis, se ha tratado de caracterizar y referenciar condiciones que en su momento puedan afectar el normal funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento, valorando la probabilidad de ocurrencia y su nivel de amenaza. De acuerdo a lo anterior, se pueden presentar potencialmente las siguientes amenazas socioculturales y de orden público:

Tabla 18. Identificación de fenómenos amenazantes de origen sociocultural sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga

IDENTIFICACION DE FENOMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN SOCIOCULTURAL SISTEMA DE GESTION DE VERTIMIENTOS EN NATAGA		
EVENTO	DESCRIPCION	AMENAZA
Protestas, manifestaciones y aglomeración de personas en las instalaciones del sistema de gestión del vertimiento.	Rechazo de las acciones y operación del sistema de gestión del vertimiento por la comunidad.	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.
Alteración del orden público por acciones terroristas.	Acciones terroristas llevadas a cabo en el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento (explosiones, incendios bloqueos, etc), las cuales afecten la infraestructura y/o personal operativo.	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento y/o Fugas de agua residual.

Fuente: Guía Metodológica Planes Departamentales Gestión del Riesgo. Bogotá 2012

Tabla 19. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen sociocultural
vertimiento PTAR principal Nátaga

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE FENÓMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN SOCIOCULTURAL VERTIMIENTO PTAR PRINCIPAL NATAGA								
CONDICIÓN DE AMENAZA	AMENAZA							
	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento				Aumento de caudal de agua residual			
Descripción del fenómeno amenazante	Cese de la operación del sistema de gestión del vertimiento.				Rebose del agua residual, fuera de las estructuras hidráulicas del sistema de gestión del vertimiento por daños ocurridos en las mismas.			
Identificación de causas del fenómeno amenazante	Rechazo de las acciones y operación del sistema de gestión del vertimiento por la comunidad. Bloqueo al acceso de las instalaciones y/o infraestructura del sistema de gestión del vertimiento.				Acciones terroristas llevadas a cabo en el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento (explosiones, incendios bloqueos, etc), las cuales afecten la infraestructura y/o personal operativo.			
Identificación de factores que favorecen la condición de amenaza	Desfavorabilidad del sistema de gestión del vertimiento ante la comunidad, por afectaciones directas e indirectas en la operación y/o mantenimiento.				Ruptura y colapso de las redes de recolección y transporte del sistema de gestión del vertimiento.			
EVALUACIÓN	F	S	E	C	F	S	E	C
	1	2	2	5	1	3	2	6
	MEDIA				MEDIA			

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

Tabla 20. Análisis y evaluación de fenómenos amenazantes de origen sociocultural
vertimiento PTAR Tinajitas Nátaga

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE FENÓMENOS AMENAZANTES DE ORIGEN SOCIOCULTURAL VERTIMIENTO PTAR TINAJITAS NATAGA								
CONDICIÓN DE AMENAZA	AMENAZA							
	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento				Aumento de caudal de agua residual			
Descripción del fenómeno amenazante	Cese de la operación del sistema de gestión del vertimiento.				Rebose del agua residual, fuera de las estructuras hidráulicas del sistema de gestión del vertimiento por daños ocurridos en las mismas.			
Identificación de causas del fenómeno amenazante	Rechazo de las acciones y operación del sistema de gestión del vertimiento por la comunidad. Bloqueo al acceso de las instalaciones y/o infraestructura del sistema de gestión del vertimiento.				Acciones terroristas llevadas a cabo en el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento (explosiones, incendios bloqueos, etc), las cuales afecten la infraestructura y/o personal operativo.			
Identificación de factores que favorecen la condición de amenaza	Desfavorabilidad del sistema de gestión del vertimiento ante la comunidad, por afectaciones directas e indirectas en la operación y/o mantenimiento.				Ruptura y colapso de las redes de recolección y transporte del sistema de gestión del vertimiento.			
EVALUACIÓN	F	S	E	C	F	S	E	C
	1	2	2	5	1	3	2	6
	MEDIA				MEDIA			

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.3. IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad entendida como la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en el caso de que un evento físico peligroso se presente, corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (artículo 4° Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad es un factor esencial para realizar el análisis de riesgo en el territorio, dado que implica el estudio de los efectos de un fenómeno sobre los elementos y/o componentes necesarios para el funcionamiento de la sociedad; según las amenazas identificadas y evaluadas anteriormente, el elemento expuesto será el Sistema de Gestión del Vertimiento del municipio de Nátaga y como eventos asociados los que se manifiesten como consecuencia de su falla.

Tener claridad acerca del panorama de la vulnerabilidad permite definir las medidas más apropiadas y efectivas para reducir el riesgo.

Para establecer la calificación de la vulnerabilidad total frente a cada una de las amenazas priorizadas en el numeral anterior. Cada una de las tablas de calificación de vulnerabilidad establece para las variables analizadas los valores de alta, media y baja, con su respectivo valor numérico de 1 a 3 respectivamente.

La determinación de la vulnerabilidad total se realiza de la siguiente forma:

$$Vt = Vf + Va + Vs$$

Vt: vulnerabilidad Total

Vf: Vulnerabilidad Física

Va: Vulnerabilidad Ambiental

Vs: Vulnerabilidad Social

El valor obtenido será utilizado para determinar si la vulnerabilidad es alta, media o baja, teniendo en cuenta los intervalos y características descritos en la siguiente tabla:

Tabla 21. Criterios generales de calificación de vulnerabilidad

CRITERIOS GENERALES DE CALIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD		
CALIFICACION	DESCRIPCION / CARACTERISTICAS	INTERVALO
VB (Vulnerabilidad Baja)	Viviendas asentadas en terrenos seguros, con materiales sismo resistentes, en buen estado de conservación; población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de servicios públicos básicos, con un buen nivel de organización, participación y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	DE 12 A 19
VM (Vulnerabilidad Media)	Sectores que presentan inundaciones muy esporádicas, construcciones con materiales de buena calidad, en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura de prevención, con cobertura parcial de servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	DE 20 A 27
VA (Vulnerabilidad Alta)	Edificaciones en materiales precarios, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial a inexistente de servicios públicos básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como escasa a nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	DE 28 A 36

Fuente: Guía Metodológica Planes Departamentales Gestión del Riesgo. Bogotá 2012

5.3.1. Vulnerabilidad física

De acuerdo con el análisis de amenazas, elaborado en el apartado anterior para el sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga, se priorizarán aquellas que sus valoraciones estén en media y alta, ya que representan el mayor peligro para la operación del sistema de gestión del vertimiento y su área de influencia.

De acuerdo con la valoración del grado de vulnerabilidad física de la infraestructura del sistema de Gestión del Vertimiento del municipio de Nátaga, en función del grado de exposición y resistencia frente a cada una de las amenazas descritas, se puede concluir que el resultado más alto está asociado a la amenaza sísmica, seguida de las amenazas por avalancha de las Quebradas El Pueblo y El Putio y la remoción en masa que pueda sufrir el sistema de tratamiento de aguas residuales del Municipio de Nátaga.

Esto representa, que la infraestructura del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga está altamente influenciada por eventos que se han presentado en ocasiones anteriores y que han generado situaciones de emergencia y peligro para el ecosistema acuático receptor de las Quebradas El Pueblo y El Putio, está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción del sistema de Gestión del Vertimiento e infraestructura asociada, para asimilar los efectos de los fenómenos que constituyen una amenaza.

Otro aspecto importante es la calidad del suelo y el lugar donde se encuentra ubicado el Sistema de gestión del vertimiento, (cerca de fallas geológicas, laderas de cerros, riberas de ríos, áreas costeras) situación que incrementa significativamente su nivel de vulnerabilidad.

Tabla 22. Calificación de la vulnerabilidad física en PTAR principal Nátaga

VULNERABILIDAD FÍSICA										
Variable	Valor de Vulnerabilidad			AMENAZA						
	Baja	Media	Alta	Sísmica.	Avalancha de la quebrada el Pueblo	Remoción en masa	Incumplimiento de la Norma de vertimiento	Aumento de caudal de aguas residuales	Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.
	1	2	3							
Antigüedad de la edificación	Menos de 5 años	Entre 6 y 20 años	Mayor de 20 años	2	2	2	2	3	2	2
Materiales de construcción y estado de conservación	Estructura con materiales de muy buena calidad, adecuada técnica constructiva y buen estado de conservación	Estructura de madera, concreto, adobe, bloque o acero, sin adecuada técnica constructiva y con un estado de deterioro moderado	Estructuras de adobe, madera u otros materiales, en estado precario de conservación	1	1	1	1	2	1	1
Características geológicas y tipo de suelo	Zonas que no presentan problemas de estabilidad, con buena cobertura vegetal	Zonas con indicios de inestabilidad y poca cobertura vegetal	Zonas con problemas de estabilidad evidentes, llenos antrópicos y sin cobertura vegetal	1	2	1	1	2	2	2
Localización de las edificaciones	Muy alejada	Medianamente cerca	Muy cercana	3	3	1	1	3	3	2
VALOR TOTAL DE VULNERABILIDAD FISICA				7	8	5	5	10	8	7

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

Tabla 23. Calificación de la vulnerabilidad física en PTAR Tinajitas Nátaga

Variable	VULNERABILIDAD FÍSICA									
	Valor de Vulnerabilidad			AMENAZA						
	Baja	Media	Alta	Sísmica.	Avalancha de la quebrada el Putio o tinajas	Remoción en masa	Incumplimiento de la Norma de vertimiento	Aumento de caudal de aguas residuales	Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.
	1	2	3							
Antigüedad de la edificación	Menos de 5 años	Entre 6 y 20 años	Mayor de 20 años	2	2	2	2	3	2	2
Materiales de construcción y estado de conservación	Estructura con materiales de muy buena calidad, adecuada técnica constructiva y buen estado de conservación	Estructura de madera, concreto, adobe, bloque o acero, sin adecuada técnica constructiva y con un estado de deterioro moderado	Estructuras de adobe, madera u otros materiales, en estado precario de conservación	1	1	1	1	2	1	1
Características geológicas y tipo de suelo	Zonas que no presentan problemas de estabilidad, con buena cobertura vegetal	Zonas con indicios de inestabilidad y poca cobertura vegetal	Zonas con problemas de estabilidad evidentes, llenos antrópicos y sin cobertura vegetal	1	2	1	1	2	2	2
Localización de las edificaciones	Muy alejada	Medianamente cerca	Muy cercana	3	3	1	1	3	3	2
VALOR TOTAL DE VULNERABILIDAD FISICA				7	8	5	5	10	8	7

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.3.2. Vulnerabilidad ambiental

Se entiende por vulnerabilidad ambiental como el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de las amenazas operativas y de funcionamiento y mantenimiento, del sistema de gestión del Vertimiento hacia el medio natural. Igualmente está relacionada con el deterioro del medio natural (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, la explotación irracional de los recursos naturales, exposición a contaminantes tóxicos, pérdida de la biodiversidad y la ruptura de la auto-recuperación del sistema ecológico, que pueda generar la carencia o daño del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga.

De acuerdo con la valoración del grado de vulnerabilidad ambiental de la infraestructura del sistema de Gestión del Vertimiento del municipio de Nátaga, en función del grado de exposición y resistencia frente a cada una de las amenazas descritas, se puede concluir que el resultado más alto está asociado a la amenaza de inoperatividad del sistema de tratamiento de aguas residuales y el incumplimiento de la norma de vertimiento; seguidas de las amenazas por avalancha de las Quebradas El Pueblo y El Putio y fugas de aguas residuales.

Esto representa, que la infraestructura del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga puede en situaciones de ocurrencia de eventos detonantes de amenaza y peligro, generar distintos impactos ambientales debido a la carencia del tratamiento de las aguas servidas; modificando las condiciones naturales y ambientales características del área de influencia del sistema de gestión del vertimiento.

Tabla 24. Calificación de la vulnerabilidad ambiental en PTAR principal Nátaga

Variable	VULNERABILIDAD AMBIENTAL									
	Valor de Vulnerabilidad			AMENAZA						
	Baja	Media	Alta	Sísmica.	Avalancha de las Quebradas El Pueblo	Remoción en masa	Incumplimiento de la Norma de vertimiento	aumento de caudal de aguas residuales	Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.
	1	2	3							
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura y/o precipitación promedio normales.	Niveles de temperatura y/o precipitación ligeramente superiores al promedio normal.	Niveles de temperatura y/o precipitación muy superiores al promedio normal.	2	2	2	1	1	1	2
Composición y calidad del agua	Sin ningún grado de contaminación.	Con un nivel moderado de contaminación.	Alto grado de contaminación, niveles perjudiciales para la salud.	1	1	1	3	3	2	3
Condiciones de los recursos ambientales	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales, nivel de contaminación leve, no se practica la deforestación.	Alto nivel de explotación de los recursos naturales, niveles moderados de deforestación y de contaminación.	Explotación indiscriminada de los recursos naturales incremento acelerado de la deforestación y de la contaminación.	1	2	1	1	2	1	2
Comunidades humanas	La población tiene total conocimiento del peligro presentes en el territorio y asume su compromiso frente al tema.	La población tiene poco conocimiento de los peligros presentes y no tiene un compromiso directo frente al tema.	La población no muestra ningún tipo de interés por el tema.	3	3	1	3	2	3	3
VALOR TOTAL DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL				7	8	5	8	8	7	10

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

Tabla 25. Calificación de la vulnerabilidad ambiental en PTAR Tinajitas Nátaga

Variable	VULNERABILIDAD AMBIENTAL									
	Valor de Vulnerabilidad			AMENAZA						
	Baja	Media	Alta	Sísmica.	Avalancha de las Quebradas El Putio o tinajas	Remoción en masa	Incumplimiento de la Norma de vertimiento	aumento de caudal de aguas residuales	Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.
	1	2	3							
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura y/o precipitación promedio normales.	Niveles de temperatura y/o precipitación ligeramente superiores al promedio normal.	Niveles de temperatura y/o precipitación muy superiores al promedio normal.	2	2	2	1	1	1	2
Composición y calidad del agua	Sin ningún grado de contaminación.	Con un nivel moderado de contaminación.	Alto grado de contaminación, niveles perjudiciales para la salud.	1	1	1	3	3	2	3
Condiciones de los recursos ambientales	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales, nivel de contaminación leve, no se practica la deforestación.	Alto nivel de explotación de los recursos naturales, niveles moderados de deforestación y de contaminación.	Explotación indiscriminada de los recursos naturales incremento acelerado de la deforestación y de la contaminación.	1	2	1	1	2	1	2
Comunidades humanas	La población tiene total conocimiento del peligro presentes en el territorio y asume su compromiso frente al tema.	La población tiene poco conocimiento de los peligros presentes y no tiene un compromiso directo frente al tema.	La población no muestra ningún tipo de interés por el tema.	3	3	1	3	2	3	3
VALOR TOTAL DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL				7	8	5	8	8	7	10

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.3.3. Vulnerabilidad social

Se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una comunidad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia relacionadas con el sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga. La población organizada (formal e informalmente) puede superar más fácilmente las consecuencias de un desastre, debido a que su capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia es mucho más efectiva y rápida.

En cuanto a la valoración del grado de vulnerabilidad social de la infraestructura del sistema de Gestión del Vertimiento del municipio de Nátaga, en función del grado de exposición y resistencia frente a cada una de las amenazas descritas, se puede concluir que el resultado más alto está asociado a la amenaza de inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento y la pérdida de la vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de las aguas residuales, seguido por el incumplimiento en la norma de vertimiento y las fugas de agua residual. Debido a que las otras amenazas cuentan con organización y participación comunitaria.

Esto representa, que los grupos sociales, beneficiados por el sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga puede en situaciones de ocurrencia de eventos detonantes de amenaza y peligro, desconocer los impactos asociados a la inexistencia de tratamiento de las aguas servidas, además de ignorar los procedimientos y acciones a realizar en el momento de su presencia.

Tabla 26. Calificación de la vulnerabilidad social en PTAR principal Nátaga

Variable	VULNERABILIDAD SOCIAL									
	Valor de Vulnerabilidad			AMENAZA						
	Baja	Media	Alta	Sísmica.	Avalancha de las Quebradas El Pueblo	Remoción en masa	Incumplimiento de la Norma de vertimiento	aumento de caudal de aguas residuales	Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.
	1	2	3							
Nivel de Organización	Población organizada.	Población medianamente organizada.	Población sin ningún tipo de organización.	2	2	2	3	2	3	3
Participación.	Participación total de la población.	Escasa participación de la de la población.	Nula participación de la población.	1	1	1	3	3	3	3
Grado de relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones	Fuerte relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	Relaciones débiles entre las organizaciones comunitarias y las instituciones..	No existen relaciones entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	1	2	1	2	2	2	2
Conocimiento comunitario del riesgo	La población tiene total conocimiento de los riesgos presentes en el territorio y asume su compromiso frente al tema.	La población tiene poco conocimiento de los riesgos presentes y no tiene un compromiso directo frente al tema.	Sin ningún tipo de interés por el tema.	3	3	1	2	2	3	3
VALOR TOTAL DE VULNERABILIDAD SOCIAL				7	8	5	10	9	11	11

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

Tabla 27. Calificación de la vulnerabilidad social en PTAR Tinajitas Nátaga

VULNERABILIDAD SOCIAL										
Variable	Valor de Vulnerabilidad			AMENAZA						
	Baja	Media	Alta	Sísmica.	Avalancha de las Quebradas El Putio o tinajas	Remoción en masa	Incumplimiento de la Norma de vertimiento	aumento de caudal de aguas residuales	Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales	Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.
	1	2	3							
Nivel de Organización	Población organizada.	Población medianamente organizada.	Población sin ningún tipo de organización.	2	2	2	3	2	3	3
Participación.	Participación total de la población.	Escasa participación de la de la población.	Nula participación de la población.	1	1	1	3	3	3	3
Grado de relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones	Fuerte relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	Relaciones débiles entre las organizaciones comunitarias y las instituciones..	No existen relaciones entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	1	2	1	2	2	2	2
Conocimiento comunitario del riesgo	La población tiene total conocimiento de los riesgos presentes en el territorio y asume su compromiso frente al tema.	La población tiene poco conocimiento de los riesgos presentes y no tiene un compromiso directo frente al tema.	Sin ningún tipo de interés por el tema.	3	3	1	2	2	3	3
VALOR TOTAL DE VULNERABILIDAD SOCIAL				7	8	5	10	9	11	11

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

De esta forma, se ha visto que la vulnerabilidad del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga, analizada desde el punto de vista interno (del medio hacia el sistema), es alta para las amenazas sísmicas, remoción en masa y por avalancha de las quebradas El Pueblo y Putio; mientras que la amenaza por inundación se encuentra en un rango de vulnerabilidad media, esto como consecuencia y resultado del análisis efectuado.

Finalmente, la vulnerabilidad total se determina a través de los valores hallados de los distintos tipos de vulnerabilidad evaluados, de acuerdo a la ecuación correspondiente en donde se suman las filas según la amenaza priorizada, para luego definir en la tabla 21 de calificación de la vulnerabilidad y traduciendo cuál es grado de vulnerabilidad por amenazas. Para el caso específico del municipio de Nátaga se determinó vulnerabilidad alta para la amenaza sísmica, por inundación de las Quebradas El Pueblo y El Putio e inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento; mientras que las amenazas por avalancha de las quebradas El Pueblo y Putio y por remoción en masa arrojaron resultados de vulnerabilidad media.

Tabla 28. Calificación de la vulnerabilidad de amenazas sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga

CALIFICACION VULNERABILIDAD DE AMENAZAS SISTEMA DE GESTION DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE NATAGA					
Amenaza	Vulnerabilidad Física	Vulnerabilidad Ambiental	Vulnerabilidad Social	Vulnerabilidad Total	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Nivel
Eventos sísmicos	7	8	10	25	Alta
Inundación por creciente súbita de las quebradas El Pueblo y El Putio	7	7	7	21	Alta
Avalancha de las quebradas El Pueblo y El Putio	8	8	8	24	Media
Remoción en masa	5	5	5	15	Media
Incumplimiento de la norma de vertimiento	5	8	10	23	Media
Fugas de aguas residuales	10	8	9	27	Media
Pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales	8	7	11	26	Media
Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.	7	10	11	28	Alta

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.4. CONSOLIDACION DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO

El riesgo sólo puede existir al presentarse una amenaza en determinadas condiciones de vulnerabilidad, en un espacio y tiempo específico. No puede existir una amenaza sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa. De hecho, amenazas y vulnerabilidades son mutuamente condicionadas, por lo tanto, al aumentar la resiliencia, una comunidad reducirá sus condiciones de vulnerabilidad y su nivel de riesgo.

El análisis de riesgo consiste en identificar y evaluar probables daños y pérdidas como consecuencia del impacto de una amenaza sobre una unidad social en condiciones vulnerables (Incorporar la gestión del riesgo en la planificación territorial, GTZ, 2010). Investiga los factores y procesos generadores del riesgo como base para determinar las medidas a tomar para reducir el riesgo existente y evitar la generación de nuevas condiciones de vulnerabilidad y riesgo.

Un escenario de riesgo corresponde a un análisis presentado en forma escrita, cartográfica o diagramada, utilizando técnicas cuantitativas y cualitativas, de las dimensiones del riesgo que afecte o pueda afectar al Sistema de Gestión del Vertimiento. Significa una consideración pormenorizada de las amenazas y la vulnerabilidad, y como metodología ofrece una base para la toma de decisiones sobre la intervención.

Con base en la identificación, caracterización y valoración de las amenazas y las vulnerabilidades para el sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga realizadas por el equipo técnico, se logró valorar los principales riesgos asociados a eventos amenazantes de origen natural, tecnológico y antrópico, los cuales se convierten en la base para priorizar los siguientes escenarios:

- Escenario de riesgo asociado a movimientos sísmicos.
- Escenario de riesgo asociado a avalanchas de las Quebradas El Pueblo y El Putio.
- Escenario de riesgo asociado a la remoción en masa.
- Escenario de riesgo asociado a incumplimiento de la norma de vertimiento.
- Escenario de riesgo asociado a aumento de caudal de aguas residuales en la Quebrada El Pueblo y/o Quebrada El Putio.
- Escenario de riesgo asociado a pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR principal y Tinajitas).
- Escenario de riesgo asociado a inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento.

Una vez identificadas las amenazas (A) a las que está expuesto el sistema de gestión del vertimiento y su área de influencia, realizado el análisis de vulnerabilidad (V) de los elementos

expuestos, se procede a una evaluación conjunta para calcular el riesgo (R), es decir, estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales de infraestructura, recursos económicos, etc) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural, socio natural o antrópico.

El cálculo del riesgo corresponde a un análisis y combinación de datos teóricos y empíricos con respecto a la probabilidad de ocurrencia de la amenaza identificada, es decir, la fuerza e intensidad de ocurrencia, así como el análisis de vulnerabilidad o la capacidad de resistencia de los elementos expuestos al peligro (población, Infraestructura, etc.) dentro de una determinada área geográfica. Existen diferentes métodos para el cálculo del riesgo, por un lado, el analítico o matemático y por otro, el descriptivo. El método analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la siguiente ecuación:

$$R = A \times V$$

Dicha ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, a partir de cada una de las variables: Amenaza (A), vulnerabilidad (V) y, consecuentemente, Riesgo (R).

El criterio descriptivo se basa en el uso de una matriz de doble entrada: “Matriz de Amenaza y Vulnerabilidad” (Tabla 28). Para tal efecto, se requiere que previamente se hayan realizado los análisis de amenazas y los análisis de vulnerabilidad, respectivamente. Con ambos resultados se interrelaciona, por un lado (vertical) el valor y nivel estimado de la amenaza; y por otro (horizontal), el nivel de vulnerabilidad promedio determinado, en la intersección de ambos valores se podrá estimar el nivel de riesgo esperado.

Tabla 29. Matriz para estimación del nivel de riesgo - método descriptivo

MATRIZ PARA ESTIMACION DEL NIVEL DE RIESGO - METODO DESCRIPTIVO			
AMENAZA	RIESGO		
Amenaza Alta	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Amenaza Media	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Amenaza Baja	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta

Fuente: Guía Metodológica Planes Departamentales Gestión del Riesgo. Bogotá 2012

De acuerdo con las anteriores acotaciones, la calificación del Nivel de riesgo en función de la interrelación de la amenaza y la vulnerabilidad para cada uno de los escenarios señalados y de los impactos en el logro de los objetivos planteados para el sistema de gestión del vertimiento en el municipio de Nátaga, arrojaron los siguientes resultados:

5.4.1. Análisis del escenario de riesgo asociado a movimientos sísmicos

El municipio de Nátaga se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta según el estudio elaborado por el INGEOMINAS y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica en el año 1996. De acuerdo a la magnitud del evento sísmico, la infraestructura del sistema de gestión del vertimiento podría verse afectada en la medida en que sus materiales y métodos constructivos no hayan sido orientados a la resistencia de estos fenómenos.

Según el análisis efectuado y la valoración de la amenaza y la vulnerabilidad, el nivel de riesgo de acuerdo al método descriptivo, que presenta este escenario es:

Tabla 30. Escenario de riesgo asociado a movimientos sísmicos
sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga

ESCENARIO DE RIESGO ASOCIADO A MOVIMIENTOS SISMICOS SISTEMA DE GESTION DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE NATAGA			
VERTIMIENTO	VALORACION DE LA AMENAZA	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DEL NIVEL DE RIESGO
PTAR PRINCIPAL	Alta	Media	Alto
PTAR TINAJITAS	Alta	Media	Alto

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.4.2. Análisis del escenario de riesgo asociado a avalanchas de las Quebradas El Pueblo y El Putio

Se manifiesta por el transporte de sedimentos y elementos sólidos por el cauce de las Quebradas El Pueblo y El Putio, debido al desprendimiento de suelos aguas arriba del sistema de gestión del vertimiento.

Según el análisis efectuado y la valoración de la amenaza y la vulnerabilidad, el nivel de riesgo de acuerdo al método descriptivo, que presenta este escenario es:

Tabla 31. Escenario de riesgo asociado a avalanchas
sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga

ESCENARIO DE RIESGO ASOCIADO A AVALANCHAS SISTEMA DE GESTION DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE NATAGA			
VERTIMIENTO	VALORACION DE LA AMENAZA	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DEL NIVEL DE RIESGO
PTAR PRINCIPAL	Media	Media	Medio
PTAR TINAJITAS	Media	Media	Medio

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.4.3. Análisis del escenario de riesgo asociado a la remoción en masa

Se presenta por el desprendimiento de suelo cuesta abajo de forma vertical o longitudinal, que pueda afectar la infraestructura del sistema de gestión del vertimiento en cualquier sitio.

Según el análisis efectuado y la valoración de la amenaza y la vulnerabilidad, el nivel de riesgo de acuerdo al método descriptivo, que presenta este escenario es:

Tabla 32. Escenario de riesgo asociado a remoción en masa
sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nátaga

ESCENARIO DE RIESGO ASOCIADO A REMOCION EN MASA SISTEMA DE GESTION DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE NATAGA			
VERTIMIENTO	VALORACION DE LA AMENAZA	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DEL NIVEL DE RIESGO
PTAR PRINCIPAL	Media	Baja	Bajo
PTAR TINAJITAS	Media	Baja	Bajo

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.4.4. Análisis del escenario de riesgo asociado a incumplimiento de la norma de vertimiento

Se presenta cuando no se logran alcanzar los niveles de remoción y calidad de agua residual en los parámetros exigidos por la normatividad ambiental, causando impactos ambientales al medio receptor. Según el análisis efectuado y la valoración de la amenaza y la vulnerabilidad, el nivel de riesgo de acuerdo al método descriptivo, que presenta este escenario es:

Tabla 33. Escenario de riesgo asociado a incumplimiento de norma de vertimiento sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nataga

ESCENARIO DE RIESGO ASOCIADO A INCUMPLIMIENTO DE NORMA DE VERTIMIENTO SISTEMA DE GESTION DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE NATAGA			
VERTIMIENTO	VALORACION DE LA AMENAZA	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DEL NIVEL DE RIESGO
PTAR PRINCIPAL	Media	Media	Medio
PTAR TINAJITAS	Media	Media	Medio

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.4.5. Análisis del escenario de riesgo asociado a aumento de caudal de aguas residuales en la Quebrada El Pueblo y/o Quebrada El Putio

Se presenta cuando el agua residual se rebosa fuera de las estructuras hidráulicas del sistema de gestión del vertimiento, generando molestias a la comunidad, fuertes olores, escorrentías de aguas servidas. Según el análisis efectuado y la valoración de la amenaza y la vulnerabilidad, el nivel de riesgo de acuerdo al método descriptivo, que presenta este escenario es:

Tabla 34. Escenario de riesgo asociado a aumento de caudal de aguas residuales sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nataga

ESCENARIO DE RIESGO ASOCIADO A AUMENTO DE CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES SISTEMA DE GESTION DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE NATAGA			
VERTIMIENTO	VALORACION DE LA AMENAZA	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DEL NIVEL DE RIESGO
PTAR PRINCIPAL	Media	Alta	Alto
PTAR TINAJITAS	Media	Alta	Alto

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

5.4.6. Análisis del escenario de riesgo asociado a pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales

Se presenta cuando el sistema de tratamiento no es eficiente en la remoción de la carga contaminante generada por los habitantes del casco urbano del municipio de Nataga, debido a sus condiciones y tiempo de operación. Según el análisis efectuado y la valoración de la amenaza y la vulnerabilidad, el nivel de riesgo de acuerdo al método descriptivo, que presenta este escenario es:

Tabla 35. Escenario de riesgo asociado a pérdida de vida útil y efectividad del sistema de tratamiento de aguas residuales Municipio de Nataga

ESCENARIO DE RIESGO ASOCIADO A PERDIDA DE VIDA UTIL Y EFECTIVIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPIO DE NATAGA			
VERTIMIENTO	VALORACION DE LA AMENAZA	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DEL NIVEL DE RIESGO
PTAR PRINCIPAL	Media	Media	Medio
PTAR TINAJITAS	Media	Media	Medio

5.4.7. Análisis del escenario de riesgo asociado a inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento

Cese de la operación del sistema de gestión del vertimiento, por lo cual se debe efectuar el vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento alguno. Según el análisis efectuado y la valoración de la amenaza y la vulnerabilidad, el nivel de riesgo de acuerdo al método descriptivo, que presenta este escenario es:

Tabla 36. Escenario de riesgo asociado a inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nataga

ESCENARIO DE RIESGO ASOCIADO A INOPERATIVIDAD SISTEMA DE GESTION DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE NATAGA			
VERTIMIENTO	VALORACION DE LA AMENAZA	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DEL NIVEL DE RIESGO
PTAR PRINCIPAL	Media	Media	Medio
PTAR TINAJITAS	Media	Media	Medio

Según los escenarios de riesgo establecidos anteriormente, se propone a continuación un orden de prioridad de los riesgos, lo que servirá de base para la definición de acciones en el proceso de reducción del riesgo, es decir se determinan cuáles son los escenarios del riesgo en que se prioriza la atención y su plazo de intervención:

Tabla 37. Nivel de riesgo y priorización de escenarios

NIVEL DE RIESGO Y PRIORIZACION DE ESCENARIOS		
VALORACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	PRIORIDAD	PLAZO DE INTERVENCIÓN
Alto	Inmediata	Corto (4 años)
Medio	Mediata	Mediano (8 años)
Bajo	Remota	Largo (12 años)

Fuente: Guía Metodológica Planes Departamentales Gestión del Riesgo. Bogotá 2012

6. PROCESO DE REDUCCION DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

La reducción del riesgo lo constituye el diseño, ejecución y seguimiento de las medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente, asumiendo que en muchas circunstancias no es posible, ni factible controlar totalmente el riesgo existente; es decir que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias, sino más bien reducirlos a niveles aceptables y factibles.

Tal y como señala la guía municipal para la gestión del riesgo del SNPAD, las acciones de reducción del riesgo actual pueden ser de tipo físico (medidas estructurales) y no físico (medidas no estructurales). Es importante reconocer que existen medidas no estructurales que solo el municipio puede ejecutar, como son las que tienen que ver con el ordenamiento territorial, que no implican los elevados costos económicos de las medidas estructurales y que constituyen acciones indispensables para la reducción de riesgos.

Los componentes relacionados con el proceso de reducción del riesgo utilizados para la elaboración del presente documento se basan en:

a) La intervención prospectiva: mediante acciones de prevención que eviten la generación de nuevas condiciones de riesgo; haciendo énfasis en la planificación ambiental sostenible, al ordenamiento territorial, a la planificación sectorial, a la regulación y las especificaciones técnicas, a los estudios de prefactibilidad y diseño adecuados, al control y seguimiento y en general a todos aquellos mecanismos que contribuyan de manera anticipada a la localización, construcción y funcionamiento seguro de la infraestructura, los bienes y la población beneficiadas por la correcta operación y funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento.

b) La intervención correctiva: mediante acciones de mitigación de las condiciones de riesgo existente, buscando reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

c) Protección financiera: hace referencia a los mecanismos o instrumentos financieros de retención intencional o transferencia del riesgo que se establecen en forma ex antes con el fin de acceder de manera ex post a recursos económicos oportunos para la atención de emergencias y la recuperación.

Dichas medidas de reducción del riesgo se podrán clasificar en: medidas de tipo estructural y medidas de tipo no estructural. Las primeras hacen referencia a la modificación del riesgo a través de la intervención física de la amenaza y la vulnerabilidad generalmente mediante medidas de ingeniería. Las segundas hacen referencia a la definición de políticas, acciones de información, capacitación, conformación y entrenamiento de equipos para la respuesta a las emergencias entre otras.

Estas medidas se presentan en fichas para facilitar su uso y manejo, de acuerdo a cada uno de los escenarios de riesgo identificados y en orden de prioridad; contemplando los aspectos que se presentan a continuación.

FICHA N° 1 PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A MOVIMIENTOS SISMICOS PTAR PRINCIPAL Y TINAJITAS			
1. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO			
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: AGUAS DEL HUILA S.A. E.S.P.			
DIRECCION:	VEREDA:	MUNICIPIO: Nátaga	
DEPARTAMENTO: Huila	REPRESENTANTE LEGAL: Cristian Camilo Bravo Medina		
1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO: Reforzamiento Estructural: Las estrategias de reforzamiento persiguen reducir la susceptibilidad de las estructuras pertenecientes al sistema de gestión del vertimiento a sufrir daño a causa de un sismo y consisten en la implementación de medidas de reforzamiento necesarias para garantizar un nivel de desempeño estructural adecuado. Esta medidas dan cumplimiento al Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, dispuesto mediante el Decreto 926 de 2010 NSR-10, que busca que cada edificación diseñada siguiendo los requisitos de este Reglamento, debe ser capaz de resistir, además de las fuerzas que le impone su uso, temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero posiblemente con algún daño a los elementos no estructurales y un temblor fuerte con daños a elementos estructurales y no estructurales pero sin colapso. Las instituciones públicas como los hospitales, centros educativos y edificaciones de afluencia de público se consideran como edificaciones de nivel de importancia muy alta a alta, teniendo prioridad en el proceso de reforzamiento. Resulta recomendable incluir en el programa de reforzamiento estructural las líneas vitales, como puentes, bocatomas, tanques de almacenamiento de agua, plantas de tratamiento y presas.			
FECHA DE ELABORACIÓN:	TIPO DE MEDIDA:	ESTRUCTURAL X	NO ESTRUCTURAL
OBJETIVO: • Incrementar la capacidad resistente o la rigidez lateral del sistema estructural del sistema de gestión del vertimiento. • Mejorar el confinamiento de elementos poco dúctiles del sistema de gestión del vertimiento. • Incrementar la resistencia de los elementos que conforman el sistema de gestión del vertimiento. • Agregar soportes adicionales a los elementos que conforman el sistema de gestión del vertimiento.			
META: • Incremento de la capacidad resistente o la rigidez lateral del sistema estructural mediante la introducción de muros, vigas o pórticos.			

- El aumento de la capacidad de deformación de los elementos que integran el sistema.
- Por la reducción de la demanda de fuerza y deformaciones en el sistema utilizando aislamientos, mayor capacidad de disipación de energía por medio de dispositivos o reducción de masas innecesarias.

DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA:

Medidas tendientes al reforzamiento estructural de los componentes del sistema de gestión del vertimiento, teniendo en cuenta los elementos estructurales (zapatas, vigas, viguetas, columnas, columnetas, placas) y elementos no estructurales (válvulas, tuberías, cámaras, pozos, entre otros) con el objeto de actualizar dichos elementos a la norma de sismo resistencia vigente (Decreto 926 de 2010).

RESPONSABLES: Municipio de Nátaga, Departamento del Huila, Aguas del Huila S.A. E.S.P.

PLAZO PARA LA EJECUCIÓN:
Corto Plazo 4 años

ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN: obras estructurales de ingeniería las cuales deben efectuarse sobre los elementos o componentes del sistema de gestión del vertimiento, como pozos, encoframientos, canaletas, placas, disipadores, lagunas, redes domiciliarias, redes de recolección y conducción, entre otros.

NOMBRE DE LA MEDIDA	COSTO	CRONOGRAMA			
Reforzamiento de los elementos o componentes del sistema de gestión del vertimiento que se requieran para cumplir con la Norma NSR-10.		Año 1 X	Año 2 X	Año 3 X	Año 4 X
MECANISMOS DE SEGUIMIENTO: Seguimiento basado en resultados	INDICADORES DE SEGUIMIENTO: - Número de obras de reforzamiento efectuadas				

FICHA N° 2 PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL INCUMPLIMIENTO DE LA NORMA DE VERTIMIENTO Y INOPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO (PTAR PRINCIPAL Y TINAJITAS)			
1. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO			
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: AGUAS DEL HUILA S.A. E.S.P.			
DIRECCION:	VEREDA:	MUNICIPIO: Nátaga	
DEPARTAMENTO: Huila	REPRESENTANTE LEGAL: Cristian Camilo Bravo Medina		
2. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO: Según adversidades o problemas en la operación del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga, se debe contemplar la necesidad de verter las aguas residuales del casco urbano del municipio de Nátaga, dando cumplimiento a la normatividad ambiental al respecto. Por ende se hace necesario que en el momento que el sistema de gestión del vertimiento sufra daños, inoperatividad y/o deba detenerse el tratamiento de las aguas residuales se cuente con una infraestructura de tratamiento suplementaria o alterna la cual pueda cubrir las operaciones de depuración del agua servida.			
FECHA DE ELABORACIÓN:	TIPO DE MEDIDA:	ESTRUCTURAL X	NO ESTRUCTURAL
OBJETIVO: - Evitar la descarga de agua residual del casco urbano del municipio de Nátaga, sin tratamiento e incumpliendo la normatividad ambiental al respecto. - Proteger los recursos naturales asociados a la fuente receptora de las quebradas El Pueblo y El Putio. - Prevenir los daños y los impactos ambientales por la descarga de aguas residuales, con altas cargas contaminantes.			
META: - Tratar las aguas residuales del casco urbano del municipio de Nátaga en un 100%. - Mitigar y disminuir los impactos ambientales adversos al sistema natural receptor del agua residual. - Cumplir a cabalidad los niveles permisibles de cargas contaminantes que señale la normatividad ambiental al respecto, así como los porcentajes de remoción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. - Mantener la operación del sistema de gestión del vertimiento en el municipio de Nátaga, sin cortes o interrupciones. - Evitar el colapso de los elementos del sistema de gestión del vertimiento.			

DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA:

Mantener la operación del sistema de gestión del vertimiento (es decir de todos sus componentes), a través de medidas estructurales y no estructurales para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente y los niveles máximos permisibles que establece.

RESPONSABLES: Municipio de Nátaga, Departamento del Huila, Aguas del Huila S.A. E.S.P.

PLAZO PARA LA EJECUCIÓN:
Mediano Plazo 8 años

ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN: obras estructurales de ingeniería, las cuales deben efectuarse sobre los elementos o componentes del sistema de gestión del vertimiento, como pozos, encoframientos, canaletas, placas, disipadores, lagunas, redes domiciliarias, redes de recolección y conducción, entre otros. Disponer de equipos o dispositivos alternos para atender contingencias en el menor tiempo posible y cumplir con los objetivos del sistema de gestión del vertimiento.

Medidas no estructurales como cortes del suministro de agua potable por sectores donde se requieran, contratación de personal idóneo para la operación del sistema de gestión del vertimiento (fontaneros, operador de PTAR, mantenimiento).

NOMBRE DE LA MEDIDA	COSTO	CRONOGRAMA							
Cortes en el suministro de agua									
Acciones de corrección, reparación y mantenimiento de los componentes del sistema de gestión del vertimiento.		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
						X	X		
Diseño, suministro, construcción y operación de sistemas alternos de tratamiento de aguas residuales.		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
						X	X		
MECANISMOS DE SEGUIMIENTO:	INDICADORES DE SEGUIMIENTO:								
Seguimiento basado en resultados	- Cortes operacionales de suministro de agua potable. - Estudios y diseños elaborados para sistemas de tratamiento de aguas residuales alternos. - Construcción de obras definidas en estudios - Mantenimiento estructural de obras cada 5 años								

FICHA N° 3 PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL AUMENTO DE CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (PTAR PRINCIPAL Y TINAJITAS)			
1. IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO			
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: AGUAS DEL HUILA S.A. E.S.P.			
DIRECCION:	VEREDA:	MUNICIPIO: Nátaga	
DEPARTAMENTO: Huila	REPRESENTANTE LEGAL: Cristian Camilo Bravo Medina		
3. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO: Según adversidades o problemas en la operación del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga, asociada a la conducción del agua residual fuera de las estructuras hidráulicas del sistema, se deben tomar medidas tendientes a solucionar y atender de forma ágil y oportuna dicha emergencia. Por ende se deben efectuar medidas tanto estructurales (reparación) y no estructurales (de contingencia) para corregir los problemas y daños presentados.			
FECHA DE ELABORACIÓN:	TIPO DE MEDIDA:	ESTRUCTURAL X	NO ESTRUCTURAL
OBJETIVO: - Evitar la descarga de agua residual del casco urbano del municipio de Nátaga, fuera de las estructuras hidráulicas o de recolección, transporte y tratamiento. - Proteger los recursos naturales del área de influencia del sistema de gestión del vertimiento. - Prevenir los daños y los impactos ambientales por la descarga de aguas residuales, con altas cargas contaminantes fuera de las estructuras hidráulicas del sistema.			
META: - Mantener las aguas residuales del casco urbano del municipio de Nátaga por las redes de recolección, transporte y tratamiento de las mismas en un 100%. - Mitigar y disminuir los impactos ambientales adversos, causados por el rebose de las aguas residuales. - Mantener la operación del sistema de gestión del vertimiento en el municipio de Nátaga, sin cortes o interrupciones. - Evitar el colapso de los elementos del sistema de gestión del vertimiento.			
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA: Mantener la operación del sistema de gestión del vertimiento (es decir de todos sus componentes), a			

través de medidas estructurales y no estructurales para evitar la eliminación de las aguas residuales por fuera de la infraestructura establecida para tal fin, así como la mitigación y reducción de los impactos ambientales asociados a dicha emergencia.

RESPONSABLES: Municipio de Nátaga, Departamento del Huila, Aguas del Huila S.A. E.S.P.

PLAZO PARA LA EJECUCIÓN:
Corto Plazo 4 años

ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN: obras estructurales de ingeniería las cuales deben efectuarse sobre los elementos o componentes del sistema de gestión del vertimiento, como pozos, encoframientos, canaletas, placas, disipadores, lagunas, redes domiciliarias, redes de recolección y conducción, entre otros. Disponer de equipos o dispositivos alternos para atender contingencias en el menor tiempo posible y cumplir con los objetivos del sistema de gestión del vertimiento.

Medidas no estructurales como cortes del suministro de agua potable por sectores donde se requieran, contratación de personal idóneo para la operación del sistema de gestión del vertimiento (fontaneros, operador de PTAR, mantenimiento).

NOMBRE DE LA MEDIDA	COSTO	CRONOGRAMA			
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Cortes en el suministro de agua potable		X	X	X	X
Acciones de corrección, reparación y mantenimiento de los componentes del sistema de gestión del vertimiento.		X	X	X	X
MECANISMOS DE SEGUIMIENTO: Seguimiento basado en resultados	INDICADORES DE SEGUIMIENTO: - Cortes operacionales de suministro de agua potable. - Construcción de obras definidas en estudios - Mantenimiento estructural de obras cada 5 años				

7. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE

De acuerdo con lo establecido en la Ley 1523 de 2012, está conformado por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de la respuesta y su respectiva recuperación.

Los componentes de preparación para la respuesta frente a desastres, se refieren al conjunto de acciones principalmente de coordinación, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, centros de reserva, albergues y entrenamiento de personal, con el propósito de tomar medidas de forma anticipada ante los posibles desastres, mientras que la ejecución de la respuesta se refiere a la optimización en la puesta en práctica de los diferentes servicios básicos de respuesta, como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, manejo de albergues y alimentación, disponibilidad de servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros.

Por otra parte, los componentes de preparación y ejecución de la recuperación, hacen alusión a las acciones para el restablecimiento de las condiciones normales de vida mediante la rehabilitación, reparación o reconstrucción del área afectada, los bienes y servicios interrumpidos o deteriorados y el restablecimiento e impulso del desarrollo económico y social de la comunidad. La recuperación tiene como propósito central evitar la reproducción de las condiciones de riesgo preexistentes en el área o sector afectado.

Este proceso al interior del presente plan, se desarrolló considerando los anteriores aspectos y teniendo como soporte el análisis de riesgos efectuado:

- El Plan Estratégico contiene la filosofía, los objetivos, el alcance del Plan, su cobertura geográfica, organización, asignación de responsabilidades y los niveles de respuesta.
- El Plan Operativo establece los procedimientos básicos de la operación y define las bases y mecanismos de notificación, organización, funcionamiento y apoyo del plan.
- El Plan informático establece los requerimientos en términos de manejo de información y equipos, a fin de que los planes estratégicos y operativos sean eficientes.

7.1. PLAN ESTRATEGICO

7.1.1. Estructura organizacional

Obedece al número y organización de empleados a cargo de la operación y mantenimiento del sistema de gestión del vertimiento del Municipio de Nátaga. En este caso obedece a la empresa que presta el servicio de alcantarillado, Aguas del Huila S.A. E.S.P., quienes mantienen permanentemente, a un operador de PTAR, un fontanero, tres operadores de PTAP, equipo de trabajo en la oficina de servicios públicos de la empresa en Nátaga.

Sin embargo, por tratarse de un servicio público de uso masivo como elemento irrelevante la administración municipal, se contará en algunas ocasiones (cuando las emergencias alcancen niveles naranja o rojo) con las instituciones, funcionarios e integrantes del consejo municipal para la gestión del riesgo de Nátaga, los cuales apoyaran y vincularan en la atención de la emergencia.

7.1.2. Definición de funciones de los participantes en el plan

Oficina de Aguas del Huila S.A. E.S.P. en Nátaga

- Mantener actualizado el presente protocolo de emergencias y contingencias.
- Divulgar y comunicar el presente protocolo de emergencias y contingencias con todos los funcionarios y operarios que se contraten para la operación, funcionamiento y mantenimiento del sistema de gestión del municipio de Nátaga.
- Velar por el cumplimiento y puesta en marcha del presente PEC del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nátaga.
- Establecer los mecanismos de comunicación y coordinación con otras instituciones y con la administración municipal.

Antes de las emergencias:

- Conocer el protocolo de emergencias
- Supervisar los programas de formación y hacer parte de ellos

Durante los Siniestros:

- Manejar el sistema de comunicaciones de emergencias
- Coordinar las diferentes funciones de emergencia, la actuación de la brigada de respuesta y de los grupos de apoyo externo.
- Modificar el grado de una emergencia para efectos de activar el nivel de respuesta correspondiente.

Después del Siniestro:

- Auditar el resultado de las medidas de actuación previstas en el plan para analizarlas.
- Coordinar la recolección de los informes de daños y pérdidas ocasionados por la emergencia.
- Elaborar el informe de la emergencia.

7.1.3. Conformación de la brigada de respuesta

Es un grupo de funcionarios voluntarios, organizados, motivados, entrenados y capacitados, que, en razón de su permanencia y nivel de responsabilidad, asumen la ejecución de los procedimientos administrativos y operativos necesarios para prevenir y controlar las emergencias y desastres del sistema de gestión del vertimiento.

Para efectos del presente protocolo y con la estructura organizacional que se cuenta son todos los funcionarios presentes en el Municipio de Nátaga.

Dentro de las funciones de la brigada de respuesta en los diferentes momentos de las emergencias y los desastres, se encuentran:

Antes de las emergencias:

- Mantener el inventario de los recursos necesarios para la atención inmediata de heridos en emergencias y desastres; capacitarse; detectar y disminuir los riesgos.

Durante los Siniestros:

- Realizar la clasificación y estabilización inicial, la evacuación de heridos; activar el Protocolo de Emergencias y Contingencias; solicitar apoyo externo de organismos de socorro.

Después del Siniestro:

- Participar en las labores de recuperación y evaluación de daños y rehabilitación de las operaciones normales del sistema de gestión del vertimiento.

Grupos de Operación Externa: puede esperarse la presencia de algunos organismos externos, cuyas funciones son:

Cuerpo de Bomberos

- Desarrollar labores de extinción y control de incendios.
- Realizar rescate de víctimas.
- Colaborar en las labores de salvamento.
- Investigar las causas de la emergencia.
- Elaborar el informe correspondiente

Cruz Roja Colombiana

- Realizar rescate de personas
- Transportar víctimas a centros de atención
- Evacuar áreas aledañas.

Policía Nacional

- Controlar el acceso al lugar del siniestro
- Vigilar y controlar vías aledañas

- Controlar acciones de saqueo
- Desactivar artefactos explosivos
- Controlar orden público
- Controlar los vehículos en áreas aledañas
- Controlar accesos y corredores viales a centros de atención
- Controlar la movilización de vehículos de emergencia

Defensa Civil

- Rescatar personas
- Salvar bienes
- Transportar materiales y bienes
- Evacuar áreas aledañas

Hospital ESE Municipal

- Colaborar en las labores de salvamento.
- Atención primaria de heridos y lesionados.
- Salvar vidas.

7.1.4. Comunicaciones

El sistema de comunicación de emergencias será manejado por el Coordinador de Servicios Públicos de Aguas del Huila S.A. E.S.P. en el municipio de Nátaga, quien determinará el nivel de emergencias y comunicará a cada uno de los integrantes de la brigada de respuesta y grupos de apoyo.

Antes de los Siniestros:

- Desarrollar criterios, técnicas y procedimientos de comunicación efectiva en caso de emergencia, de acuerdo a los niveles de emergencia establecidos.
- Mantener en forma permanente una lista actualizada con los nombres y direcciones de los medios de comunicación de cada una de las personas e instituciones de apoyo.

Durante el Siniestro:

- Servir de portavoz oficial de la empresa ante la comunidad y los medios de comunicación.
- Preparar y divulgar los comunicados oficiales en caso de emergencia.

Después del Siniestro:

- Coordinar las actividades de relaciones públicas posteriores al evento, con el fin de facilitar la recuperación de las condiciones normales del sistema de gestión del vertimiento.
- Llevar un archivo de toda la información periodística referente a la emergencia, publicada en los diferentes medios de comunicación.
- Presentar a la Oficina de Aguas del Huila S.A. E.S.P. un informe sobre el impacto que la emergencia haya tenido sobre la opinión pública y proponer las estrategias de información orientadas para la minimización del impacto sobre la imagen y para la recuperación de la misma.

7.1.5. Cronograma de capacitaciones

De acuerdo con la estructura del presente protocolo, se hace necesario impartir capacitaciones básicas de diversos temas basados en relaciones humanas, primeros auxilios, control de incendios, fugas de agua residual, evacuación y rescate, manejo de equipos de emergencias entre otras, con todos los contenidos básicos de acuerdo al análisis de riesgo realizado con anterioridad al sistema de gestión del vertimiento. Los temas serán los siguientes:

- Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.
- Respuesta ante eventos sísmicos.

- Respuesta ante creciente súbita y procesos de remoción en masa.
- Respuesta contra incendios.
- Primeros auxilios y brigadas de emergencia.

Estas capacitaciones se desarrollarán con frecuencias de una jornada cada año por tema de capacitación, distribuidas en ambos semestres del año.

7.1.6. Cronograma de simulaciones y simulacros

Una vez que el protocolo es conocido y que el personal ha sido formado en la respuesta que de ellos se espera, el plan debe ser probado mediante simulacros de emergencia de una manera parcial o completa.

Los simulacros parciales permiten probar la respuesta del protocolo en el área de influencia, sin necesidad de movilizar a todas las personas involucradas. Los simulacros generales dan una valoración global de la eficacia del protocolo, pero su organización es compleja y costosa.

Tras la realización de cualquier tipo de simulacro se debe realizar una reunión de cada una de las áreas para valorar la eficacia del protocolo en esa área concreta, y finalmente una reunión de un representante de todas las áreas que valore la eficacia global del protocolo, si el simulacro ha sido general, permitiendo generar programas de mejora en los procesos de intervención de las emergencias.

La realización de los mismos, deben informar la fecha de realización del simulacro a todos los grupos de interés, organizaciones de socorro y a los observadores externos. Activar mediante alarma intencional el inicio del simulacro, en el cual los grupos de trabajo definidos deberán actuar acorde con las autoridades y responsabilidades, definidas: el reconocimiento de la señal de alarma y de las instrucciones de emergencia, la ejecución de las acciones del plan de atención establecidas, la vigilancia previa de los sitios estratégicos tanto dentro de las instalaciones como fuera de las mismas, las previsiones para la atención médica de posibles lesionados durante las prácticas y simulacros, la planeación y ayuda a las personas con impedimentos físicos y la evaluación del desarrollo del simulacro.

Como cada jornada de capacitación corresponde a una jornada de simulacro, para su realización cada jornada de simulacro se realizará una vez concluida la capacitación en cada tema.

7.2. PLAN OPERATIVO

7.2.1. Planificación de acciones de activación y notificación a participantes del plan

Una vez se presenten eventos o fenómenos fuera de sus condiciones normales de ocurrencia, el coordinador de servicios públicos informará y solicitará a cada uno de los operarios y fontanero, las condiciones actuales del sistema de gestión del vertimiento.

De acuerdo con este informe se activarán o notificarán las acciones correspondientes a cada nivel de emergencia, para que sean iniciadas y preparadas, de acuerdo al presente protocolo.

7.2.2. Definición de los niveles de emergencia de acuerdo con los riesgos evaluados

Las alertas o niveles de emergencia son medidas de pronóstico y preparación, relacionadas con dos aspectos: la información previa que existe sobre la evolución de un fenómeno, y las acciones y disposiciones que deben ser asumidas por la brigada de respuesta para enfrentar la situación que se prevé.

De acuerdo con los escenarios del riesgo identificados y evaluados, se definen los siguientes niveles de emergencias los cuales se activarán según las características y eventos descritos:

Tabla 38. Niveles de emergencia del plan operativo del sistema de gestión del vertimiento Municipio de Nataga

NIVELES DE EMERGENCIA DEL PLAN OPERATIVO SISTEMA DE GESTION DEL VERTIMIENTO MUNICIPIO DE NATAGA		
ESCENARIO DE RIESGO	NIVEL DE EMERGENCIAS	CARACTERISTICAS O CONDICIONES DE ACTIVACION
Avalancha de las quebradas El Pueblo y El Putio	Alerta amarilla	Incremento del nivel de la quebrada el pueblo y/o Putio mayor de 1 metro
	Alerta naranja	Incremento del nivel de la quebrada el pueblo y/o Putio mayor a 2 metros
	Alerta roja	Incremento del nivel de la quebrada el pueblo y/o Putio mayor a 5 metros
Eventos sísmicos	Alerta amarilla	Serie de sismos en un radio de 100 km o en la región
	Alerta naranja	Actividad sísmica sentida en infraestructura física, sin daños ni colapsos, sin pérdidas humanas.

	Alerta roja	Actividad sísmica sentida en infraestructura física, con daños estructurales y colapsos, con heridos y pérdidas humanas.
Remoción en masa	Alerta amarilla	Presencia de fenómenos anteriores de menor escala y ocurrencia de eventos detonantes de remoción en masa.
	Alerta naranja	Intensificación de eventos detonantes de remoción en masa.
	Alerta roja	Deslizamiento en curso o producido
Inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento	Alerta amarilla	Elevación de niveles en las redes de conducción y lagunas de tratamiento de aguas residuales
Incumplimiento de la Norma de Vertimiento		
Aumento de caudal de aguas residuales	Alerta naranja	Incremento excesivo de niveles en las redes que evidencien rebose o desborde de aguas residuales. Apertura de válvulas de rebose en las lagunas de tratamiento.

Fuente: Equipo Técnico Aguas del Huila

7.2.3. Procedimientos operativos de respuesta y planes de acción para situaciones que se puedan presentar

Una vez se determine por parte del Coordinador de Servicios Públicos de Aguas del Huila S.A. E.S.P. en el municipio de Nátaga y demás funcionarios de la oficina en Nátaga, el nivel de emergencia procedente según la alerta, se realizará una serie de actividades de respuesta las cuales propenderán por la atención inmediata del evento o situación anormal presentada, las cuales se describen a continuación:

Antes de los Siniestros:

- Conservar el personal idóneo en el manejo, operación y mantenimiento del sistema de gestión del vertimiento.
- Mantener actualizado los reportes meteorológicos, pronósticos y boletines del IDEAM, y sísmicos del Servicio Geológico Colombiano.

- Actualizar los directorios de contactos para emergencias.
- Realizar un inventario de recursos humanos, técnicos, económicos, en equipos, en instalaciones e insumos de emergencia.
- Mantener contacto permanente con la oficina de gestión del riesgo del municipio de Nátaga.
- Contar con equipos de comunicación operativos y personales en buen estado y funcionamiento.
- Mantener la calma en la toma de decisiones.

Durante la Alerta Amarilla

- Verificar e informar la presencia de eventos o fenómenos que generen situaciones de riesgo para el sistema de gestión del riesgo y su área de influencia.
- Convocar la brigada de respuesta conformada.
- Ubicar los puntos críticos y definir los mecanismos de vigilancia, con base en los escenarios de riesgo identificados.
- La empresa operadora del sistema de gestión del vertimiento verifica la situación directamente e informa a la administración municipal.
- La empresa operadora mantiene informada a la comunidad para que se prepare para afrontar una posible alteración en el servicio de acueducto y alcantarillado.
- La comunidad se mantendrá en alerta y será permanentemente informada a través de las emisoras y periódicos locales y regionales, boletines, ruedas de prensa, parlantes, etc, por parte del coordinador de servicios públicos; dicha información será oficial y se hará dependiendo de la gravedad de la situación.

Durante la Alerta Naranja

- Verificar e informar la presencia de eventos o fenómenos que generen situaciones de riesgo para el sistema de gestión del riesgo y su área de influencia.
- Convocar la brigada de respuesta conformada.

- Ubicar los puntos críticos y definir los mecanismos de vigilancia, con base en los escenarios de riesgo identificados.
- La empresa operadora del sistema de gestión del vertimiento verifica la situación directamente e informa a la administración municipal.
- Si el evento identificado y monitoreado sobrepasa los límites de respuesta de la empresa operadora, ésta deberá dar aviso inmediato a la oficina de gestión del riesgo municipal para ésta tome sus medidas pertinentes y del caso.
- Desplazamiento e inspección de los puntos críticos y vigilancia de los mismos.

Durante la Alerta Roja

- Verificar e informar la presencia de eventos o fenómenos que generen situaciones de riesgo para el sistema de gestión del riesgo y su área de influencia.
- Convocar la brigada de respuesta conformada.
- Ubicar los puntos críticos y definir los mecanismos de vigilancia, con base en los escenarios de riesgo identificados.
- Desplazamiento e inspección de los puntos críticos y vigilancia de los mismos.
- Si el evento identificado y monitoreado sobrepasa los límites de respuesta de la empresa operadora, ésta deberá dar aviso inmediato a la oficina de gestión del riesgo municipal para ésta tome sus medidas pertinentes y del caso.
- Realizar instrucciones de intervención y ejecución de medidas de respuesta.
- Delimitar la prestación de los servicios públicos según áreas de afectación o de intervención.
- Asistir a las comunidades afectadas mediante primeros auxilios.
- Abastecimiento de agua potable mediante carros cisterna.
- Aislamiento temporal de los sitios de ocurrencia del evento.

- Evacuación de personas o infraestructura expuesta a nuevos eventos.
- Evaluación de daños e impactos ambientales y análisis de necesidades.
- Intervención de los sitios de afectación, mediante la reposición de infraestructura averiada y afectada, cambios en tramos de redes de recolección de aguas residuales, instalación de tuberías y equipos alternos según las necesidades, implementación de sistemas alternos de tratamientos de aguas residuales.

7.2.4. Procedimientos orientados a la evaluación de daños y análisis de necesidades

La Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN) es una herramienta utilizada para conocer el grado de afectación que la población y la infraestructura ha sufrido ocasionado por un evento adverso en un lugar y tiempo determinado. Como lo dice su nombre; se utiliza para evaluar los daños y analizar-priorizar necesidades, por medio de la identificación y registro cuali-cuantitativo de la extensión, gravedad y localización de los efectos de un evento adverso; así como la identificación de recursos locales y requeridos, permitiendo así, brindar ayuda humanitaria y servicios básicos de forma eficiente y adecuada al lugar en específico.

La evaluación de daños debe ser organizada desarrollando un método sistemático que permita proceder rápidamente, con el fin de establecer una información adecuada para la toma de decisiones, sobre medidas de asistencia y diseño de técnicas efectivas para la reducción de los efectos, presentes y futuros, del evento.

Para efectuar las anteriores funciones, se plantean los siguientes procedimientos enmarcados en las prioridades de la evaluación de daños, seguidas máximas 24 horas de la ocurrencia del evento:

- a. Identificar los tipos de problemas ocasionados, así como, la localización y delimitación del área afectada.
 - Establecer el evento que origina la emergencia.
 - Solicitar información sobre localización y delimitación del área afectada.
- b. Definir la magnitud de los daños.
 - Analizar los tipos de daño ocasionados por el evento.
 - Apoyar en la revisión y valoración de infraestructuras afectadas.
 - Establecer la magnitud con base en la extensión de los daños.
 - Clasificar el evento según su magnitud en local, regional o nacional.

c. Estimar las necesidades derivadas de la afectación.

- Estimar las necesidades globales derivadas por sector.
- Calcular los recursos e insumos requeridos para la atención.

d. Identificar los riesgos asociados al evento inicial.

- Analizar el contexto del evento inicial
- Establecer los posibles riesgos asociados y estimar su magnitud.

e. Evaluar y definir las prioridades inmediatas para la atención y rehabilitación.

- Elaborar las recomendaciones pertinentes a los consejos de gestión del riesgo, oficinas departamentales de gestión del riesgo, y sectores según el nivel y características de la emergencia presentada.
- Sugerir las prioridades de atención.

7.2.5. Definición de sistemas de gestión del vertimiento temporales

Una de las acciones tendientes a mitigar y evitar los escenarios de riesgo de inoperatividad del sistema de gestión del vertimiento e incumplimiento de la norma de vertimiento, se encamina en la definición de un sistema alternativo o temporal el cual pueda suplir las tareas u objetivos del actual, en iguales o mejores condiciones, para dar cumplimiento a los parámetros de calidad del vertimiento mientras se restablece el sistema original del municipio.

Es así como se han defendido unos dispositivos alternos, en los cuales se puede apoyar la empresa operadora del sistema, en la ocurrencia de eventos causantes de emergencias en el casco urbano del municipio de Nátaga. Mediante la instalación y puesta en marcha de éstos se recomienda ejecutar las tareas de recuperación y rehabilitación de las condiciones normales de cada uno de los componentes del sistema de gestión del vertimiento. Esta serie de dispositivos son motobombas de alta presión de 4", manguera de poliuretano 4" (4.000 m), tubería sanitaria PVC 6" y 8", válvulas anti retorno y tanque de almacenamiento de 3000 m³.

Sistema de tratamiento de aguas residuales prefabricado en plástico para un caudal de 10 lps, instalado en la cota superior del lote actual de ubicación del sistema de tratamiento de agua residual. Estará compuesto por 2 trampas de grasas y aceites en paralelo, un tanque de almacenamiento para 3000 m³, dos tanques imhoff de 6m³ de volumen en paralelo y un tanque séptico de 6m³, recogiendo las aguas residuales en un solo punto y vertiendo en la descarga autorizada por la autoridad ambiental.

Este sistema alterno, estará disponible y preparado en cualquier momento que se presenten en el casco urbano del municipio de Nátaga, emergencias y contingencias asociadas a la operación y funcionamiento del sistema de gestión del vertimiento.

7.2.6. Elaboración y envío de informe a la autoridad ambiental competente

Una vez ocurridos los eventos de riesgo en el casco urbano del municipio de Nátaga, y éstos hayan provocado emergencias, que afecten de manera considerable el sistema de gestión del vertimiento, modificando las condiciones de descarga de agua residual sobre la fuente receptora, la entidad operadora del sistema deberá informar a la autoridad ambiental competente de manera que se enteren de la puesta en marcha del presente protocolo, en un tiempo máximo de 48 horas después de ocurrido el evento; allegando la información que se relaciona a continuación:

- Descripción del evento.
- Causa del evento
- Efectos directos e indirectos generados en los diferentes medios.
- Acciones de control adelantadas.

Si por alguna causa o motivo, el agua residual es vertida a la fuente hídrica sin ningún tipo de tratamiento, se deberá efectuar monitoreos extraordinarios de la calidad del agua descargada, junto con los puntos aguas arriba y aguas abajo. Una vez se tengan los resultados de los monitoreos a los medios afectados, se deberá elaborar un informe más detallado en el que se describa el impacto del evento, los resultados de las acciones adelantadas, las acciones propuestas para mitigar los efectos, el tiempo durante el cual se ejecutarán las medidas y los mecanismos de seguimiento adoptados. Este informe se deberá entregar al área indicada por la corporación, máximo un mes después de la fecha inicial de ocurrido el evento y tendrá un carácter de informe intermedio.

Es importante aclarar que cualquier volumen de descarga que se presente que afecte el agua o el suelo dentro o fuera del área de influencia del sistema de gestión del vertimiento, generado por fallas en la operación del sistema deberá ser reportado a la autoridad ambiental competente, como un evento de riesgo.

7.3. PLAN INFORMATICO

7.3.1. Adquisición y/o alistamiento de elementos

Los equipos, herramientas, accesorios, instrumentos, materiales y demás elementos que se requieran y sean necesarios e indispensables para responder de manera rápida y efectiva ante una emergencia, serán adquiridos, manejados y operados por la empresa operadora del sistema de gestión del vertimiento.

Cuando no se cuenten o adquieran dichos elementos, la empresa operadora del sistema de gestión del vertimiento, dispondrá mediante alguna figura jurídica o administrativa los medios y recursos para que éstos puedan estar a disposición inmediata una vez se requieran.

A través de los simulacros y capacitaciones del personal, específicamente de la brigada de respuesta, se manejarán las técnicas y alistamiento de los elementos requeridos y necesarios para la atención de emergencias según los escenarios de riesgo identificado en el municipio de Nátaga. Para ello cada uno de sus integrantes, conocerá y responsabilizará por los elementos a su cargo.

7.3.2. Información sobre grupos de apoyo

Es importante para la ejecución y aplicabilidad del presente plan, conocer los recursos humanos y físicos disponibles de las entidades relacionadas con la atención de emergencias, que tienen presencia en el municipio de Nátaga, así como los mecanismos de comunicación con ellos. Entre los cuales tenemos:

7.3.3. Preparación para la respuesta

La preparación de la respuesta deberá contemplar las acciones tendientes al alistamiento previo de recursos humanos, físicos, económicos y los procedimientos que se ejecutarán en el caso de que se presente una emergencia. Está asociado con la elaboración del Protocolo de Emergencia y Contingencia del Sistema de Gestión del Vertimiento del Municipio de Nátaga, entendido como preparación para la respuesta, estructurado a partir del numeral 7.

7.3.4. Preparación para la recuperación posdesastre

Teniendo en cuenta que las acciones de recuperación posdesastre parten de una Evaluación de Daños, los cuales solo podrán ser cuantificables una vez ocurrido un evento, se han definido de manera general las acciones a desarrollar, en relación con los efectos que se puedan

generar sobre el área de influencia del sistema de gestión del vertimiento (efectos sobre los componentes ambientales y sobre la población usuaria de la misma), las cuales se describen *Los procedimientos orientados a la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades* en el protocolo antes estructurado a partir del numeral 7.

7.3.5. Ejecución de la respuesta y la respectiva recuperación

La ejecución de la respuesta está conformada por las acciones que se deben implementar para controlar y atender la emergencia. Comprende la activación de brigadas, la asignación de recursos y la aplicación de procedimientos de respuesta entre otros.

Las acciones de recuperación corresponden a las medidas que se deban implementar con base en los monitoreos y la estimación de los daños, para mitigar los efectos y recuperar las condiciones normales de las zonas afectadas y del sistema de gestión del vertimiento.

Así mismo, una vez ocurridos los eventos de riesgo en el casco urbano del municipio de Nataga, y éstos hayan provocado emergencias, que afecten de manera considerable el sistema de gestión del vertimiento, modificando las condiciones de descarga de agua residual sobre la fuente receptora, la entidad operadora del sistema deberá informar a la autoridad ambiental competente de manera que se enteren de la puesta en marcha del presente protocolo, en un tiempo máximo de 48 horas después de ocurrido el evento; allegando la información que se relaciona a continuación:

- Descripción del evento.
- Causa del evento
- Efectos directos e indirectos generados en los diferentes medios.
- Acciones de control adelantadas.
- Los resultados de los monitoreos realizados al medio receptor inmediatamente después de ocurrido el evento.
- El Plan de Monitoreos en el corto (semanas y hasta dos meses después) y mediano plazo (seis meses) que permitan garantizar la correcta evaluación y verificación de la afectación.
- Las medidas necesarias a ser implementadas para recuperar las zonas afectadas.
- Los costos.
- Las acciones a implementar para evitar la ocurrencia de situaciones similares.

Si por alguna causa o motivo, el agua residual es vertida a la fuente hídrica sin ningún tipo de tratamiento, se deberá efectuar monitoreos extraordinarios de la calidad del agua descargada, junto con los puntos aguas arriba y aguas abajo. Una vez se tengan los resultados de los monitoreos a los medios afectados, se deberá elaborar un informe más detallado en el que se

describa el impacto del evento, los resultados de las acciones adelantadas, las acciones propuestas para mitigar los efectos, el tiempo durante el cual se ejecutarán las medidas y los mecanismos de seguimiento adoptados. Este informe se deberá entregar al área indicada por la corporación, máximo un mes después de la fecha inicial de ocurrido el evento y tendrá un carácter de informe intermedio.

Es importante aclarar que cualquier volumen de descarga que se presente que afecte el agua o el suelo dentro o fuera del área de influencia del sistema de gestión del vertimiento, generado por fallas en la operación del sistema deberá ser reportado a la autoridad ambiental competente, como un evento de riesgo.

8. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACION DEL PLAN

Con el objetivo de verificar el cumplimiento del plan, se debe realizar el seguimiento de la implementación de las acciones de reducción del riesgo y las medidas propuestas para el manejo del desastre.

Existen diferentes formas de evaluar y monitorear las acciones que se plantean en el plan, pero la más conveniente es la evaluación basada en resultados. El Banco Mundial ha desarrollado una metodología sencilla que se puede ajustar a sus necesidades de evaluación y monitoreo.

La evaluación basada en resultados supone concentrar el plan en la obtención de resultados deseados, más que en el funcionamiento del programa, con el fin de obtener un impacto directo en el desempeño del sistema de gestión del vertimiento. A su vez, una estrategia de evaluación y seguimiento basada en resultados permite a las instituciones involucradas, realizar los ajustes necesarios a los procesos de implementación de políticas, programas y proyectos.

La Autoridad Ambiental competente podrá solicitar soportes que demuestren la implementación del plan, así como la aplicación de los procedimientos de respuesta, para lo cual se deberá presentar el listado de fichas para el registro de los eventos y la revisión en la aplicación de los protocolos de emergencia definidos y sus resultados.

1. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO	
A. IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO	
Fenómenos de los cuales hay eventos antecedentes.	
Fenómenos que no presentan eventos con antecedentes, pero según estudios se pueden presentar en el futuro.	
Fenómenos de los que no hay antecedentes ni estudios pero que en la actualidad hay evidencias que presagien su ocurrencia.	
B. CONDICION DE AMENAZA	
DESCRIPCIÓN FENÓMENO AMENAZA	CAUSAS
C. ELEMENTOS EXPUESTOS Y SU VULNERABILIDAD	
FACTORES	DESCRIPCIÓN
Población y vivienda	
Infraestructura y bienes de producción (públicos o privados).	
Bienes Ambientales	
Infraestructura de servicios sociales e institucionales.	

Observaciones adicionales:

D. DAÑOS O PÉRDIDAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR

En las personas	
En bienes materiales particulares:	
Bienes Ambientales	
En bienes materiales colectivos:	
En bienes de producción:	

2. PROCESO DE REDUCCION DEL RIESGO

A. MEDIDAS DE INTERVENCION

FICHAS DE MANEJO	MEDIDAS (ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL)	EJECUCIÓN

B. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE

C. MEDIDAS DE PREPARACIÓN PARA LA RESPUESTA

ACTIVIDAD	EJECUCIÓN	EVIDENCIA
Conformación de brigada de repuesta.		

Comunicaciones		
Cronograma de Capacitaciones		
Cronograma de Simulacros y simulaciones		
Grupos de Apoyo informados		
D. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS (antes, durante y después)		
ACTIVIDAD	EJECUCIÓN	EVIDENCIA
E. EVALUACIÓN DE DAÑOS Y ANÁLISIS DE NECESIDADES		
ACTIVIDAD	EJECUCIÓN	EVIDENCIA
F. SISTEMA DE GESTIÓN DE VERTIMIENTO ALTERNOS		
ACTIVIDAD	EJECUCIÓN	EVIDENCIA
G. INFORMES A LA AUTORIDAD AMBIENTAL		
ACTIVIDAD	EJECUCIÓN	EVIDENCIA Y FECHA

9. DIVULGACION DEL PLAN

Aguas del Huila S.A. E.S.P., como empresa operadora del sistema de gestión del vertimiento del municipio Nataga, divulgará a los diferentes actores que tendrán a cargo la implementación y seguimiento. Dentro de estos actores deberán estar el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo, así como las entidades y/o empresas especializadas en el manejo de los riesgos, que hayan sido involucradas por parte del operador del sistema de gestión del vertimiento en el presente plan.

También la comunidad será convocada en el marco del Consejo Municipal de Gestión del Riesgo en donde se le informará sobre la localización del Sistema de Gestión de Vertimiento, las actividades que pueden generar riesgo para su operación, las medidas de prevención y los contactos a los que podrán reportar el conocimiento de situaciones anormales en la operación del sistema.

Todo lo anterior, teniendo la identificación y priorización de los escenarios de riesgo, adelantada en el presente plan; así como las variables de vulnerabilidad analizadas, como elementos expuestos o afectables ante una falla o que existan actividades de la comunidad que puedan llegar a afectar de igual manera la operación normal del sistema.

Para ello se definirá con el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo, la estrategia de convocatoria para los distintos actores, la forma de socialización y sus recursos tecnológicos y de apoyo para su realización.

10. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN

La vigencia del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos del Municipio de Nataga, será la misma del Permiso de Vertimiento. Sin embargo, se realizarán actualizaciones cuando se identifiquen cambios en las condiciones del área de influencia del sistema de gestión del vertimiento del municipio de Nataga, en relación con las amenazas, los elementos expuestos, el sistema de gestión del vertimiento, o cuando se presenten cambios significativos en la estructura organizacional, los procesos de notificación internos y externos, los niveles de emergencia y/o los procedimientos de respuesta.

Así mismo, una vez se pongan a prueba las acciones de preparación durante la respuesta a una emergencia, las acciones implementadas, y los resultados obtenidos, y se elaboren los respectivos informes de emergencias, se convertirán en insumos para complementar, actualizar y mejorar el presente plan.

11. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACION Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN

En todo caso cuando se requiera efectuar la reformulación y/o actualización del presente PGRMV, los profesionales que realicen dicho proceso deben demostrar experiencia en análisis de riesgos y/o la formulación de Planes de Gestión del Riesgo y/o Planes de Emergencia o Contingencia y/o en el desarrollo de estudios ambientales especialmente en lo referente a vertimientos. Los profesionales podrán demostrar que son idóneos para el desarrollo del plan a través de la presentación de certificaciones que indiquen esta experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Aguas del Huila S.A. E.S.P. Plan Departamental de Aguas. Consorcio Zonal Aguas del Huila. 2011.

Aquatecnica LTDA. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la calidad del agua residual municipal y de la fuente receptora para el estudio de la planta de tratamiento del municipio de Nátaga - Huila. 2019.

CONGRESO DE COLOMBIA. 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.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Proyecciones de Población por sectores 1985-2025. 2018.

Inpro – Hidrotec. Mapa base del estudio de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Magdalena, 1996, escala 1:100000.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. RESOLUCION 1514 DE 2012 Por la cual adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

Municipio de Nátaga. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Nátaga

Presidencia de la República de Colombia. Decreto Número 3930 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.

Thomann V., Mueller John. Principles of Surface Water Quality Modeling and Control. Harper & Row, New York, 1987.

Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres-UNGRD. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo Colombia-PNUD. Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo. Bogotá 2012.