

**METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL PERMISO DE VERTIMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO - APLICACIÓN  
POZOS ESTRATIGRÁFICOS ANH-PATIA-1-ST-P Y ANH-BVTURA-1-ST-P.**

**DIEGO ALENCER RANGEL RENDÓN  
ALFONSO ISRAEL VECINO GARCÍA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA**

**2014**

**METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL PERMISO DE VERTIMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO - APLICACIÓN  
POZOS ESTRATIGRÁFICOS ANH-PATIA-1-ST-P Y ANH-BVTURA-1-ST-P.**

**DIEGO ALENCER RANGEL RENDÓN  
ALFONSO ISRAEL VECINO GARCÍA**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero de Petróleos**

**Director del proyecto  
Ing. OLGA PATRICIA ORTÍZ CANCINO, M.Sc.**

**Co-Director  
Ing. ERIC PRINCE SAAVEDRA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA**

**2014**

## **DEDICATORIA.**

La culminación de este logro, materializado en el presente trabajo de grado tiene como gran artífice a Dios, quien siempre me colmó de sabiduría, amor, paciencia y fortaleza para encarar cada una de las situaciones a las que nos enfrentamos durante nuestro deambular por la vida.

El aporte más significativo de la obra de Dios en mi vida, sin lugar a dudas se ve reflejado en mi madre quien incansablemente y sin vacilación alguna siempre está a mi lado, para suplir con todas mis necesidades y caprichos, para amarme, escucharme y apoyarme, este logro es nuestro, mami.

A mi Padre que sentó bases importantes de disciplina, amistad, orden, lealtad y amor por la familia, en mi vida, y que ahora desde el cielo cuida de mí, espero que te sientas orgulloso de este logro.

A mis hermanas Aura y Victoria, por regalarme su amor y comprensión, por consentirme de tantos modos, y sobre todo por enseñarme como nadie que para seguir adelante en nuestra vida es imprescindible cerrar definitivamente capítulos del pasado.

A mis familias Rangel y Rendón, a mi abuela María, mis tíos y tías, primos y primas, gracias por ser ese gran soporte en tantas ocasiones, por regalarme su sincero cariño y atenciones, siempre estaré agradecido.

Para finalizar quiero agradecer a todas las demás personas que de un modo u otro aportaron en mi formación.

**GRACIAS TOTALES.**

**Diego Alencer Rangel Rendón.**

Dedico en especial este triunfo a Dios, por darme la vida.

A mi papá y a mi mamá que siempre han estado presentes a lo largo de mi vida, quienes con su esfuerzo constante me han formado con buenos valores, permitiéndome ser mejor día tras día, gracias a ellos conquisté este nuevo logro en mi vida.

A mi tía Chata, que ha estado apoyándome y aconsejándome a lo largo de toda mi vida, brindándome su ayuda desde siempre.

A mis tíos: Edilberto, Andrés, Libardo, Blanca y todos los demás que han sido una gran ayuda a lo largo de este gran triunfo conseguido, que siempre creyeron en mí.

A todos los demás miembros de mi familia que de alguna u otra manera me acompañaron y soportaron durante todo el tiempo e hicieron posible que hoy alcanzara este sueño.

Al arte, que en sus distintas maneras, libera la inspiración necesaria para armar cada aspecto de los proyectos de mi vida.

A todas las demás personas que creyeron en mí, y que fueron el motor que me impulsó a salir adelante a lo largo de éste proyecto.

**Alfonso Israel Vecino García.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Inicialmente a Dios por permitir que cumpliéramos nuestros objetivos y guiar nuestras vidas.

A la Universidad Industrial de Santander y a la escuela de ingeniería de petróleos por formarnos como futuros profesionales.

A nuestros compañeros Karen y Brayan por cedernos el desarrollo de esta tesis, siempre estaremos agradecidos, por este acto de nobleza.

A nuestra directora de tesis, la ingeniera Olga Patricia Ortiz y nuestro codirector el ingeniero Eric Prince, por creer en nosotros y brindarnos las herramientas para desarrollar este proyecto.

A Carlos, Gerson y Samuel por brindarnos su amistad sincera y sobrevivir con nosotros esta etapa.

A todos los profesores y personas que contribuyeron en nuestra formación no solo como profesionales sino también como personas.

**GRACIAS.**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.	26
1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL PROYECTO.	28
1.1 CONCEPTOS.	30
1.1.1 Pozo Estratigráfico.	30
1.1.2 Registros de pozos.	31
1.1.3 Núcleos.	33
1.2 FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES EN LOS PROYECTOS.	34
1.3 UBICACIÓN DE LOS POZOS.	36
1.3.1 ANH-BVTURA-1-ST-P.	36
1.3.2 ANH-PATÍA-1-ST-P.	36
1.4 ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE VÍAS.	38
1.4.1 ANH-BVTURA-1-ST-P.	41
1.4.2 ANH-PATIA-1-ST-P.	42
1.5 PERFORACIÓN.	44
1.5.1 Metodología De Trabajo.	44
1.5.2 Especificaciones del Campamento.	45
1.5.3 Equipo Requerido.	46
1.5.4 Fluido de Perforación.	48
1.6 TOMA DE MUESTRAS.	50
1.6.1 Cortes de Perforación (Ripios) o Muestras de Canal.	50
1.6.2 Núcleos Convencionales.	50
1.6.3 Descripción Litológica.	51
1.7 DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RECUPERACIÓN.	51
1.7.1 Desmantelamiento.	51

1.7.2 Abandono.	52
1.7.3 Recuperación.	52
1.7.4 Limpieza Final.	53
2. MARCO NORMATIVO Y REGLAMENTARIO DE CONTROL DEL VERTIMINETO PUNTUAL A LAS AGUAS SUPERFICIALES.	54
2.1 LEYES Y DECRETOS LEY.	54
2.2 DECRETOS.	55
2.3 RESOLUCIONES.	57
2.4 OTROS ACTOS ADMINISTRATIVOS.	58
3. USO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES.	60
3.1 CAPTACIÓN DE AGUA.	60
3.1.1 ANH-BVTURA-1-ST-P.	60
3.1.2 ANH-PATIA-1-ST-P.	61
3.1.3 Aforo del cauce.	61
3.1.4 Parámetros del vertimiento.	64
3.2 VERTIMIENTOS.	66
3.2.1 Características de las aguas residuales.	67
3.2.1.1 Sistema de Tratamiento para Aguas Residuales Domésticas.	67
3.2.1.2 Sistema de Tratamiento para Aguas Residuales Industriales.	68
3.2.2 Índice de Calidad del Agua.	70
3.2.3 Caracterización de la zona de vertimiento.	71
3.2.3.1 Infiltración sobre el Terreno.	71
3.2.3.2 Diseño del sistema de aspersion para el vertimiento.	72
3.2.4 Impactos Ambientales Previsibles.	81
3.3 CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA.	82
3.3.1 Cálculo de necesidades de agua para consumo doméstico	82
3.3.2 Cálculo de necesidades de agua para consumo Industrial.	82

3.4 ACTIVIDADES GENERADORAS DE RESIDUOS DURANTE LA PERFORACIÓN	85
3.4.1 Residuos domésticos.	85
3.4.2 Residuos industriales.	85
4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	87
4.1 GENERALIDADES.	87
4.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.	88
4.2.1 Aguas Grises.	88
4.2.2 Aguas Negras.	88
4.2.3 Aguas Lluvias.	89
4.2.4 Planta de Lodos Activados “Red Fox”.	89
4.2.4.1 Parámetros de diseño de la planta de tratamiento “PTAR”.	90
4.2.4.2 Componentes del sistema de tratamiento.	91
4.2.4.3 Dimensiones de la planta “PTAR”.	93
4.2.4.4 Especificaciones técnicas.	94
4.2.4.5 Equipos anexos.	94
4.2.5 Trampa de Grasas.	95
4.2.5.1 Mantenimiento.	95
4.2.6 Manual de Funcionamiento del Equipo.	95
4.2.6.1 Instalación de la Electrobomba.	95
4.2.6.2 Instalación del Blower.	95
4.2.6.3 Instalación de la Planta.	96
4.2.6.4 Instrucciones de manejo.	96
4.2.6.5 Mantenimiento del sistema.	96
4.2.7 Descripción de la operación del sistema.	97
4.2.7.1 Arranque y puesta en marcha del sistema de tratamiento.	98
4.2.7.2 Inspección diaria de la planta.	100
4.2.7.3 Control de la calidad del agua.	101

4.2.8 Dosificación de productos químicos y operación diaria de la planta.	101
4.2.8.1 Dosificación de Hipoclorito de Calcio en Tabletas o Granulado.	102
4.2.8.2 Prueba de porcentaje de sedimentabilidad.	103
4.2.8.3 Lavado de filtros.	103
4.2.8.4 Operación normal del sistema de filtración.	103
4.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.	104
4.3.1 Tipos de Aguas Industriales a Generarse.	104
4.3.1.1 Lodos de perforación.	104
4.3.1.2 Residuos líquidos aceitosos.	105
4.3.1.3 Aguas Lluvias No Contaminadas.	106
4.3.1.4 Aguas Lluvia Contaminadas.	106
4.3.3 Descripción del Sistema de Tratamiento de Aguas Industriales.	108
4.3.3.1 Parámetros de diseño.	108
4.3.3.2 Descripción del Sistema de Tratamiento.	108
4.3.3.3 Proceso.	110
4.3.3.4 Parámetros del vertimiento.	113
4.3.3.5 Porcentajes de remoción.	114
4.3.3.6 Disposición Final.	115
5. EVALUACIÓN AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE RIESGO.	117
5.1 ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES.	117
5.1.1 Análisis de impactos sin proyecto.	122
5.1.1.1 Actividades generadoras de impacto.	122
5.1.2 Identificación de Impactos Ambientales con Proyecto.	128
5.1.2.1 Actividades Asociadas al Proyecto y su Impacto.	129
5.1.3 Análisis de Impactos del proyecto de perforación.	137
5.1.3.1 Planeación Y Organización Del Proyecto.	138
5.1.3.2 Movilización de personal, equipos y materiales.	139
5.1.3.3 Almacenamiento de materiales y equipos para la construcción.	140

5.1.3.4 Construcciones Y Adecuaciones Civiles.	141
5.1.3.5 Perforación.	143
5.1.3.6 Pruebas de Registro del Pozo.	145
5.1.3.7 Desmantelamiento y abandono del área.	145
5.1.4 Jerarquización y Clasificación de Impactos.	147
5.1.4.1 Jerarquización de Impactos.	147
5.1.5 Resumen de la calificación ambiental.	148
5.2 ANÁLISIS DE RIESGOS.	149
5.2.1 Marco Normativo.	149
5.2.2 Marco Conceptual y Definiciones.	150
5.2.2.1 Amenaza.	150
5.2.2.2 Vulnerabilidad.	153
5.2.2.3 Riesgo.	154
5.2.2.4 Niveles de Planificación y de Intervención del Riesgo.	156
5.2.2.5 Evaluación de probabilidades.	158
6. PLAN DE CONTINGENCIA.	163
6.1 ANÁLISIS DE RIESGOS.	164
6.2 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA.	165
6.2.1 Identificación de amenazas del proyecto exploratorio del área de interés (Mercaderes Cauca).	165
6.2.2 Daños por terceros.	166
6.2.2.1 Terrorismo.	167
6.2.2.2 Delincuencia común.	167
6.2.2.3 Sabotaje y problemas con la comunidad.	167
6.2.3. Fenómenos naturales.	167
6.2.3.1 Inundaciones.	168
6.2.3.2 Activación de procesos morfodinámicos.	168
6.2.3.3 Sismicidad.	168
6.2.3.4 Incendios forestales.	169

6.2.4 Accidentes operacionales.	169
6.2.4.1 Accidentalidad de vehículos.	170
6.2.4.2 Accidentes de trabajo.	170
6.2.4.3 Incendio y/o explosión de instalaciones.	171
6.2.4.4 Reventones del pozo (“Blow Out”).	171
6.2.4.5 Derrames en el almacenamiento y manejo de químicos y combustibles.	171
6.2.4.6 Derrames de hidrocarburos.	171
6.3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.	172
6.4 PLAN ESTRATÉGICO.	173
6.4.1 Niveles de Emergencia.	173
6.4.2 Asignación de Responsabilidades	175
6.4.3 Brigadas Integrales.	177
6.4.4 Recomendaciones generales para la prevención de emergencias.	178
6.5 PLAN OPERATIVO.	180
6.5.1 Procedimiento de notificación de emergencias.	180
6.5.2 Acciones de Control.	181
6.6 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL.	184
6.7 EVALUACIÓN DE ÁREA.	186
6.8 EMERGENCIA DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.	187
6.8.1 Antes de la emergencia (Oficinas y Campo).	188
6.8.2 Antes de la emergencia (Campo).	188
6.8.3 Durante la emergencia (Campo).	189
6.8.4 Durante la emergencia (oficinas).	190
6.8.5 Después de la emergencia (oficinas).	191
6.8.6 Después de la emergencia (Campo).	191
6.8.7 Si el incendio se salió de control.	192
6.8.8 Cómo Actuar en Caso de un Evento.	192
6.8.9 Entrenamiento.	193
6.8.10 Periodicidad de simulacros.	193
6.9 ACIDO SULFHIDRICO (H <sub>2</sub> S).	193

6.9.1 Antes de la emergencia (Campo).	194
6.9.2 Durante la emergencia (Campo).	196
6.9.3 Después de la Emergencia (Taladro).	197
6.10 CONTROL DE POZOS.	198
6.10.1 Definiciones.	198
6.10.1.1 Patada De Pozo.	198
6.10.1.2 Blow Out (Reventón).	199
6.10.2 Antes de la emergencia (Campo).	199
6.10.3 Durante la emergencia (Campo).	200
6.10.4 Maniobras de Control.	200
6.10.5 Si la operación se torna incontrolable o grave.	201
6.10.6 Después de la emergencia (Campo).	201
6.11 AVERÍA DE EQUIPOS Y/O FALLAS DE COMPONENTES ESTRUCTURALES DEL EQUIPO.	202
6.11.1 Antes de la emergencia.	202
6.11.2 Durante la emergencia.	203
6.12 EMERGENCIA AMBIENTAL.	204
6.12.1 Antes de la emergencia Campo y Oficina.	205
6.12.2 Durante la emergencia (Campo y Oficina).	206
6.12.3 Actividades específicas en caso de derrame de hidrocarburos.	207
6.12.3.1 Detección del punto de fuga.	207
6.12.3.2 Contención.	207
6.12.3.3 Recolección.	208
6.12.3.4 Limpieza y recuperación.	208
6.12.3.5 Actividades específicas en caso de derrame de sustancias químicas.	208
6.12.3.6 Uso de elementos de protección personal.	208
6.12.3.7 Actividades específicas en caso de derrame de aguas residuales.	209
6.12.4 Después de la emergencia (Campo y Oficina).	209
6.13 EMERGENCIA MÉDICA.	210
6.13.1 Antes de la emergencia (Campo).	210

6.13.2 Antes de la emergencia (oficinas).	211
6.13.3 Durante la emergencia (Campo).	212
6.13.4 Durante la emergencia (oficinas).	213
6.13.5 Después de la emergencia (Campo y oficina).	214
6.14 EMERGENCIAS DE ORIGEN NATURAL.	215
6.15 EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN.	215
6.16 PLAN INFORMATIVO.	216
7. METODOLOGIA PARA LA OBTENCIÓN DE LOS PERMISOS DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO.	217
7.1 REQUISITOS DEL PERMISO DE VERTIMIENTO.	217
7.1.1 Nombre, dirección e identificación del solicitante y razón social si se trata de una persona jurídica.	217
7.1.2 Información General del Predio.	217
7.1.3 Información Sobre el Tipo De Vertimiento.	218
7.1.4 Nombre de la fuente receptora del vertimiento indicando la cuenca hidrográfica a la que pertenece.	219
7.1.5 Caudal (L/s), Frecuencia (días/mes) y Tiempo (h/día) de la descarga.	220
7.1.6 Tipo de flujo de la descarga indicando si es continuo o intermitente.	221
7.1.7 Caracterización actual del vertimiento existente o estado final previsto para el vertimiento proyectado de conformidad con la norma de vertimientos vigente.	221
7.1.8 Ubicación, descripción de la operación del sistema, memorias técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, planos de detalle del sistema de tratamiento y condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento que se adoptará.	223
7.1.9 Concepto sobre el uso del suelo expedido por la autoridad municipal competente.	224
7.1.10 Evaluación Ambiental del Vertimiento.	225
7.1.11 Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos (PGRMV).	226
7.1.12 Plan de Contingencia para la Prevención y Control de Derrames, cuando a ello hubiere lugar.	226

7.1.13 Constancia de pago para la prestación del servicio de evaluación del permiso de vertimiento.	226
7.2 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL PERMISO DE VERTIMIENTOS.	227
8. CONCLUSIONES	229
9. RECOMENDACIONES	231
BIBLIOGRAFÍA	232
ANEXOS	234

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Esquema ilustrativo de actividades durante la perforación de los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATÍA-1-ST-P.	35
Figura 2. Ubicación aproximada pozos ANH-PATÍA-1-ST-P y ANH-BVTURA-1-ST-P.	38
Figura 3. Vía de acceso al pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.	42
Figura 4. Vía de acceso al pozo estratigráfico ANH-PATÍA-1-ST-P.	43
Figura 5. Campo de infiltración para el pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.	81
Figura 6. Esquema del estado mecánico del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.	84
Figura 7. Vista lateral de la planta “PTAR”.	90
Figura 8. Esquema de funcionamiento de la planta “PTAR”.	92
Figura 9. Diagrama de flujo de funcionamiento de una planta “PTAR”.	93
Figura 10. Diagrama de Flujo tratamiento de Aguas Durante una Perforación.	111
Figura 11. Tratamiento de Aguas en Tanques.	111
Figura 12. Diagrama de flujo para completar Tablas de Evolución de Impactos	127
Figura 13. Clasificación de Impactos durante la perforación.	138
Figura 14. Diagrama lógico de un análisis de riesgo.	150
Figura 15. Desarrollo de una amenaza.	151
Figura 16. Identificación de amenazas para el desarrollo del proyecto.	166
Figura 17. Alcance del plan de contingencia para el pozo ANH-1-PATIA-ST-P.	173
Figura 18. Organigrama general del plan de contingencia.	175
Figura 19. Esquema del procedimiento de notificación de emergencias.	180
Figura 20. Barreras para la contención de hidrocarburos en cuerpos de agua.	182
Figura 21. Esquema de las fases de intervención en caso de incendio o explosión, según la fase de intervención en el proyecto.	187

Figura 22. Esquema de las fases de intervención caso de presencia de H <sub>2</sub> S.	194
Figura 23. Esquema de las fases de intervención para el control de pozos.	198
Figura 24. Esquema de las fases de intervención en caso de una emergencia ambiental.	204
Figura 25. Metodología para la obtención del permiso de vertimientos.	228

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Coordenadas del pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.	36
Tabla 2. Coordenadas del pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P.	37
Tabla 3. Especificaciones técnicas para el acceso a la locación.	39
Tabla 4. Tipos de fluidos, componentes y su función.	49
Tabla 5. Coordenadas punto de captación quebrada Aguacatico.	61
Tabla 6. Pruebas para el tiempo de recorrido, quebrada aguacatico.	63
Tabla 7. Parámetros del agua a ser vertida, decreto 1594/84.	65
Tabla 8. Importancia relativa de cada parámetro en la calidad del agua.	70
Tabla 9. Clasificación ICA.	70
Tabla 10. Tasa De Absorción	71
Tabla 11. Volumen de agua teórico que recibe el suelo.	78
Tabla 12. Volumen en condiciones de alta pluviosidad ( $f_m=0,3$ ).	79
Tabla 13. Caudal de vertimiento combinando las dos alternativas.	80
Tabla 14. Consumo de aguas domesticas en campamento.	82
Tabla 15. Volumen total de lodos de perforación generados en la perforación del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.	83
Tabla 16. Caudal de vertimiento de aguas industriales expresado en L/día y en L/s.	83
Tabla 17. Parámetros de diseño de la planta de tratamiento compacta que se utilizó en el pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.	91
Tabla 18. Dimensiones de la planta de tratamiento de aguas residuales utilizada en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.	93
Tabla 19. Especificaciones técnicas eléctricas de la planta RedFox utilizada en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.	94

Tabla 20. Especificaciones técnicas de los equipos anexos utilizados en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.	94
Tabla 21. Parámetros y valores típicos de calidad de las aguas residuales industriales.	107
Tabla 22. Aforo de tanques del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales.	108
Tabla 23. Equipos del sistema de tratamiento.	110
Tabla 24. Parámetros agua vertida, decreto 1594 de 1984.	114
Tabla 25. Porcentajes de remoción del sistema.	115
Tabla 26. Carácter del impacto.	118
Tabla 27. Potencialidad del impacto.	119
Tabla 28. Magnitud del impacto.	119
Tabla 29. Extensión del impacto.	120
Tabla 30. Duración del impacto.	120
Tabla 31. Reversibilidad del impacto.	121
Tabla 32. Recuperabilidad del impacto.	121
Tabla 33. Acumulación del impacto.	121
Tabla 34. Rangos de importancia y calificación ambiental.	122
Tabla 35. Ejemplo de Tabla de Evaluación de Impactos.	128
Tabla 36. Actividades Desarrolladas Durante la Perforación de Pozos Estratigráficos.	130
Tabla 37. Evaluación de impactos suelos.	131
Tabla 38. Evaluación de impactos geomorfología.	132
Tabla 39. Evaluación de impactos aguas superficiales.	132
Tabla 40. Evaluación de impactos aguas subterráneas.	133
Tabla 41. Evaluación de impactos aire.	133
Tabla 42. Evaluación de impactos Ruido.	134
Tabla 43. Evaluación de impactos suelos (cobertura vegetal).	135
Tabla 44. Evaluación de impactos fauna.	136
Tabla 45. Evaluación de Componente socio económico.	136
Tabla 46. Desarrollo de eventos amenazantes operacionales.	151

Tabla 47. Clasificación de frecuencias para eventos amenazantes.	153
Tabla 48. Criterios de calificación de vulnerabilidad.	154
Tabla 49. Matriz de riesgo.	155
Tabla 50. Matriz de aceptabilidad de riesgo.	156
Tabla 51. Matriz de niveles de planeación.	158
Tabla 52. Categorías de los siniestros.	158
Tabla 53. Valores de probabilidad asignados.	161
Tabla 54. Valores de probabilidad asignados.	161
Tabla 55. Amenazas por accidentes operacionales en cada etapa.	170
Tabla 56. Criterios de calificación de la vulnerabilidad.	172
Tabla 57. Aspectos a tratar por tópico en el entrenamiento.	185
Tabla 58. Evacuación médica de lesionados o enfermos.	187
Tabla 59. Acciones durante la emergencia de acuerdo al cargo.	189
Tabla 60. Acciones durante la emergencia de acuerdo al cargo.	196
Tabla 61. Maniobras de control de acuerdo al cargo de los trabajadores.	201
Tabla 62. Responsabilidades en caso de derrame de acuerdo al cargo de los trabajadores.	206
Tabla 63. Significado de las señales sonoras en pozo.	214
Tabla 64. Clasificación de los grados de alerta.	215
Tabla 65. Costos y actividades asociadas a un proyecto.	218

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A - Resultados de los Parámetros físico - químicos tomados en la quebrada Aguacatico, del Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.	234
ANEXO B - Caracterización del cuerpo de agua receptor (estero Aguacatico).	238
ANEXO C - Pruebas de infiltración para la zona aledaña al pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.	245
ANEXO D - Evaluación de Impacto Sin Proyecto Área de Impacto, Evaluación de Impacto Con Proyecto, Jerarquización los impactos más importantes presentes actualmente, Jerarquización de impactos producidos por el proyecto y Síntesis de los impactos generados en las áreas de los proyectos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P.	250
ANEXO E - Procedimientos para el cierre de pozo.	266
ANEXO F - Formato único nacional de solicitud de permiso de vertimientos.	268

## RESUMEN

**TITULO:** METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL PERMISO DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO - APLICACIÓN POZOS ESTRATIGRÁFICOS ANH-PATIA-1-ST-P Y ANH-BVTURA-1-ST-P.\*

**AUTORES:** Diego Alencer Rangel Rendón.  
Alfonso Israel Vecino García.\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Permisos de vertimientos, Pozos estratigráficos, ANH-BVTURA-1-STP, ANH-PATIA-1-STP, Aguas residuales, Marco normativo de vertimientos.

La legislación colombiana siempre interesada en proteger el recurso hídrico de la nación, ejerce un estricto control sobre las actividades que puedan generar algún tipo de impacto sobre el medio ambiente. Durante el desarrollo de un proyecto de perforación estratigráfica se generarán vertimientos de aguas residuales, ante la presencia de estos se debe solicitar y tramitar el permiso para la implementación y control de vertimientos, éste será solicitado ante la autoridad ambiental competente correspondiente que tenga jurisdicción en el sitio de descarga del vertimiento.

Para la obtención de los permisos de vertimientos deben cumplirse una serie de requisitos estipulados en el poder legislativo colombiano (decreto 3930 de 2010, lineamientos del decreto 1594 de 1984, entre otros), estos requisitos serán descritos y ejemplificados a lo largo del desarrollo del presente trabajo de investigación, la recopilación de información y experiencias ganadas para la obtención de los permisos de vertimientos en los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-STP y ANH-PATIA-1-STP, sirvió para obtener una metodología útil y precisa que facilitará a todo el personal encargado de tramitar permiso de vertimiento de aguas residuales de un pozo estratigráfico, y así aprovechar al máximo el tiempo de ejecución para el desarrollo del proyecto.

En el desarrollo del trabajo se describen de forma conjunta las actividades asociadas a la perforación, un marco normativo colombiano sobre manejos de recursos hídricos, una completa descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales (industriales y domésticas), las evaluaciones ambientales, análisis de riesgos y plan de contingencia de un vertimiento; todos estos implementados a los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-STP y ANH-PATIA-1-STP.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Directora M.Sc Olga Patricia Ortiz Cancino. Co-Director Ing. Eric Prince Saavedra.

## ABSTRACT

**TITLE:** METHODOLOGY FOR OBTAINING PERMISSION OF SEWAGE DUMPING OF A STRATIGRAPHIC WELL – APPLICATION ANH-PATIA-1-ST-P AND ANH-BVTURA-1-ST-P STRATIGRAPHIC WELLS.\*

**AUTHORS:** Diego Alencer Rangel Rendón.  
Alfonso Israel Vecino García.\*\*

**KEY WORDS:** Dumping permission, Stratigraphic wells, Sewage, Effluent, ANH-BVTURA-1-STP, ANH-PATIA-1-STP, Dumping regulatory framework, sewage treatment.

The Colombian law has always been interested in protect water resources of the nation, exerts a strict control over activities that might generate some kind of impact on the environment. During the development of a stratigraphic drilling project, discharge of sewage are generated, due to presence of these, it is necessary request and obtain permission for the implementation and control of discharges, this will be applied to the corresponding competent environmental authority, which has jurisdiction at where the dumping take place.

In order to obtain the permission of sewage dumping, it has to meet a series of requirements set by the Colombian legislature (3930 Decree of 2010, guidelines of the Decree 1594 of 1984, among others), these requirements will be described throughout the development of this research work, the collection of information and experiences gained to obtain dumping permission in the stratigraphic wells ANH-BVTURA-1-STP and ANH-PATIA-1-STP, served for obtain a useful and accurate methodology that it will facilitate all staff handling dumping permission of sewage from a stratigraphic well, and thus use as much as possible the time for the development of this project.

Throughout the development of this work, the activities associated to drilling a stratigraphic well were described together as well as a description of a Colombian policy framework on water resources management, a complete description of the wastewater treatment system (industrial and domestic), environmental assessments, risk analysis and contingency of a discharge plan; all of these were implemented in the stratigraphic wells ANH-BVTURA-1-STP and ANH-PATIA-1-STP.

---

\* Graduate Thesis

\*\* Physical – Chemical Engineering Faculty. Petroleum engineering school. Director M.sc Olga Patricia Ortiz Cansino. Co-Director Ing. Eric Prince Saavedra.

## **INTRODUCCIÓN.**

La creciente necesidad de un rápido aumento en las reservas de hidrocarburos en el país, hace necesario fortalecer la exploración en diversas áreas prospectivas dentro del territorio nacional, es decir profundizar estudios en las cuencas sedimentarias que podrían aportar reservas al momento de la explotación comercial de estas.

Por esa razón, la ANH como autoridad encargada de promover el aprovechamiento óptimo y sostenible de los recursos hidrocarburíferos del país; ha implementado como política establecer lazos de cooperación con instituciones de educación superior tendientes a fortalecer la transferencia de conocimientos y estimulación de la investigación en campos afines.

Para dar cumplimiento a lo anteriormente mencionado la ANH y la Universidad Industrial de Santander celebraron convenios mediante los contratos interadministrativos 06 y 07 en los que ambas entidades, se comprometen a unificar esfuerzos para lograr un idóneo muestreo del subsuelo mediante la perforación de los pozos estratigráficos ANH-PATÍA-1-ST-P y ANH-BVTURA-1-ST-P y posterior toma de registros de pozo, que permitan identificar áreas prospectivas en las cuencas Cauca-Patía y Tumaco.

Como requisito indispensable para el desarrollo de los proyectos se precisa de una serie de permisos ambientales referentes al vertimiento de las aguas residuales producidas durante la perforación de pozos estratigráficos, así como cumplir con una serie de criterios establecidos en la normatividad para darles una disposición final a éstas agua. Antes de otorgar el permiso de vertimiento, la entidad encargada de otorgarlos (la debida corporación autónoma regional) realiza una visita y efectúa

un muestreo de dicho vertimiento, si este cumple con los requisitos ambientales estipulados en la legislación colombiana, se emite el respectivo permiso.

Se pretende, mediante la recopilación de información y experiencias ganadas en los proyectos mencionados, obtener una metodología útil y precisa que le facilitará a todo el personal encargado del HSEQ tramitar el permiso de vertimiento de aguas residuales de un pozo estratigráfico, aprovechando al máximo el tiempo de ejecución para el desarrollo del proyecto y así cumplir a cabalidad con los compromisos de la compañía con el medio ambiente.

Durante el desarrollo de esta metodología se presentan elementos conceptuales concernientes a los requisitos necesarios para obtener un permiso de vertimientos durante el desarrollo de un pozo estratigráfico, esto basado en el marco legal que cobija este tipo de actividades.

Para la obtención de la metodología y el cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados, se presentan 7 capítulos, definidos de la siguiente forma:

- ✓ **Capítulo 1.** Descripción de las actividades de perforación.
- ✓ **Capítulo 2.** Marco Normativo.
- ✓ **Capítulo 3.** Uso y aprovechamiento de los recursos naturales.
- ✓ **Capítulo 4.** Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ **Capítulo 5.** Evaluación ambiental y análisis de riesgos.
- ✓ **Capítulo 6.** Plan de Contingencia.
- ✓ **Capítulo 7.** Metodología.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL PROYECTO

En el marco del convenio de los contratos interadministrativos 06 y 07 suscritos entre la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH y la Universidad Industrial de Santander - UIS, se propone el siguiente objetivo: "Aunar esfuerzos científicos, técnicos y tecnológicos para realizar el muestreo del subsuelo mediante la perforación de pozos estratigráficos, que permitan identificar áreas prospectivas en el país desde una óptica interdisciplinaria que involucre principalmente aspectos técnicos, sociales y ambientales. Adicionalmente se llevará a cabo la consolidación de grupos de investigación para realizar actividades de perforación y manejar tópicos relacionados con la inteligencia artificial aplicada a la adquisición y manejo de la información exploratoria de Colombia.". Ambas entidades, comprometidas con este objetivo, el 29 de septiembre de 2010, celebraron los contratos Interadministrativos 06 y 07 de 2010, con firma de acta de inicio el 13 de diciembre de 2010, para la obtención de muestras del subsuelo y toma de registros de pozo en las cuencas Cauca-Patía y Tumaco, mediante la perforación de pozos estratigráficos denominados ANH-PATÍA-1-ST-P y ANH-BVTURA-1-ST-P.

En este orden de ideas, y para dar cumplimiento a los Contratos interadministrativos entre la Universidad Industrial de Santander y la ANH, se trazaron las siguientes metas:

- I. Perforación de dos pozos estratigráficos proyectado en principio hasta 10 000 pies de profundidad (-3.048 m) y que corte en lo posible la mayor cantidad unidades estratigráficas del sistema petrolífero.
- II. Obtener núcleos de roca así como muestras de zanja (seca y húmeda) y eventuales muestras de hidrocarburos de acuerdo a las especificaciones técnicas.

- III. Adquirir e interpretar los siguientes registros de pozo: Rayos Gamma (GR) espectrales (Th, U, K), Densidad de dos detectores con factor fotoeléctrico, Porosidad neutrónica (Neutrones), Potencial Espontáneo (SP), Medida del Buzamiento (Dipmeter), Registro de Verticalidad de! pozo (Verticality), Resistivos de largo y corto alcance, Acústicos (Sónico y VSP), Calibrador del hoyo ("Caliper") imágenes de Pared de Pozo, Medidor de presiones, Gradiente Térmico.
- IV. Correlacionar la información proveniente de la interpretación y digitalización de los registros, con la información de la descripción litológica de los núcleos y muestras de zanja obtenida.
- V. Ejecutar los compromisos adquiridos con la comunidad o comunidades dentro del proceso de consulta previa, así como los acordados dentro de un plan de gestión e inversión social.
- VI. Ejecutar los compromisos ambientales de los Planes de Manejo Ambiental radicados en las corporaciones Autónomas Regional del Cauca-CRC y Regional del Valle-CVC (...)"

## 1.1 CONCEPTOS

**1.1.1 Pozo Estratigráfico.** La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), en la sección de términos de referencia define un Pozo Estratigráfico como *“Perforación tendiente a determinar la secuencia litológica completa existente en el subsuelo de un lugar determinado. La perforación debe garantizar la recuperación sistemática de sidewall cores (testigos laterales) de toda la secuencia estratigráfica con intervalos máximos de 20 pies, así como fluidos y gases contenidos en todas las formaciones, y de toma de registros eléctricos, sónicos, visuales, o radiactivos, entre otros. El pozo estratigráfico debe alcanzar formaciones potencialmente económicas”*.

**1.1.2 Registros de pozos.** Los registros de pozos de petróleo son técnicas geofísicas in situ, que se utilizan en operaciones de perforación, cuyo objetivo es recopilar una mayor información de los parámetros petrofísicos y geológicos del pozo, tales como; saturación de petróleo móvil, saturación del agua en la formación, resistividad de las rocas, porosidad, etc.

Haciendo una clasificación física estas técnicas son de naturaleza: eléctrica, nuclear, acústica y electromagnética, cada una da una información específica en función de sus propiedades físicas. El análisis en conjunto de varias de ellas, sumada con la información que se tenga del campo petrolero (sísmicas, pozos cercanos y otros), permitirá obtener un perfil de la formación adyacente al pozo de petróleo, así como estimar la cantidad de petróleo extraíble y finalmente determinar su valor comercial.

Entre los registros de pozo más comunes, se encuentran:

- Registro de rayo gamma. Un registro que obtiene medidas de la radioactividad natural total, medida en unidades API. La medición puede obtenerse tanto con agujero descubierto como a través de la tubería de revestimiento. La profundidad de la formación penetrada durante la investigación es de algunas pulgadas, de manera que el registro normalmente se mide la zona lavada. Las lutitas y las arcillas son responsables de la mayor parte de la radioactividad natural, de manera que el registro de rayos gamma a menudo es un buen indicador de este tipo de rocas. No obstante, otras rocas también son radioactivas, especialmente algunos carbonatos y las rocas ricas en contenido de feldespato.
- Registro de porosidad neutrón. Registro de porosidad basado en el efecto que tienen sobre formación neutrones emitidos rápidamente por una fuente. La presencia de hidrógeno produce, el mayor efecto en cuanto al frenado y la captura de neutrones. Dado que el hidrógeno se encuentra principalmente

en los fluidos intersticiales, el registro de porosidad-neutrón responde principalmente a la porosidad. No obstante, la matriz y el tipo de fluido también producen un efecto. El registro se calibra para obtener la lectura correcta de la porosidad, asumiendo que los poros se encuentran ocupados con agua dulce y para una matriz dada (caliza, arenisca o dolomita). Se presenta en unidades de porosidad (vol/vol o u.p.) para la matriz elegida. Los registros más antiguos se presentaban en conteos por segundo o unidades API. La profundidad de investigación es de varias pulgadas, de modo que el registro proporciona lecturas principalmente en la zona lavada. El registro de porosidad-neutrón se ve afectado por la presencia de arcilla y gas. El hidrógeno se encuentra presente en las arcillas y en los minerales hidratados y además en los fluidos intersticiales. El gas posee una baja densidad de hidrógeno, de modo que las zonas de gas exhiben una porosidad aparente muy baja.

- Registro de Potencial Espontáneo. Es un registro de la diferencia natural en el potencial eléctrico, en milivoltios, entre un electrodo del pozo y un electrodo de referencia fijo en la superficie. El componente más útil de esta diferencia es el potencial electroquímico ya que puede causar una deflexión significativa frente a las capas permeables. La magnitud de la deflexión depende principalmente del contraste de salinidad entre el lodo de perforación y el agua de formación, y del contenido de arcilla de la capa permeable. Por lo tanto, el registro de potencial espontáneo (SP) se utiliza para detectar las capas permeables y estimar la salinidad del agua de formación y el contenido de arcilla de la formación. El registro SP no puede ser registrado en el lodo no conductor. El SP puede ser afectado por diversos factores que dificultan la interpretación. En primer lugar, existen otras fuentes posibles de potencial eléctrico no relacionadas con el efecto electroquímico, por ejemplo, el potencial electrocinético y el bimetalismo.

- Registro Dipmeter. Un dipmeter generalmente es un sensor de micro resistividad de 4 brazos, que mide pequeñas variaciones de la resistividad de una formación de tal modo que permite según un plano de referencia vertical localizar las variaciones de los planos de estratificación, discontinuidades o cambios litológicos determinados y por análisis de sistemas inteligentes localizar la actitud de esos planos que interceptan con la perforación (drillhole) ó su disposición espacial.
- Registro Caliper. Mide el diámetro del hueco y el comportamiento de las rocas para tener mejor o peor respuesta al colapso del hueco perforado. Las calizas presentan menos deformación en las paredes, mientras las arcillas tienden a deformarse haciendo el hueco más ancho.

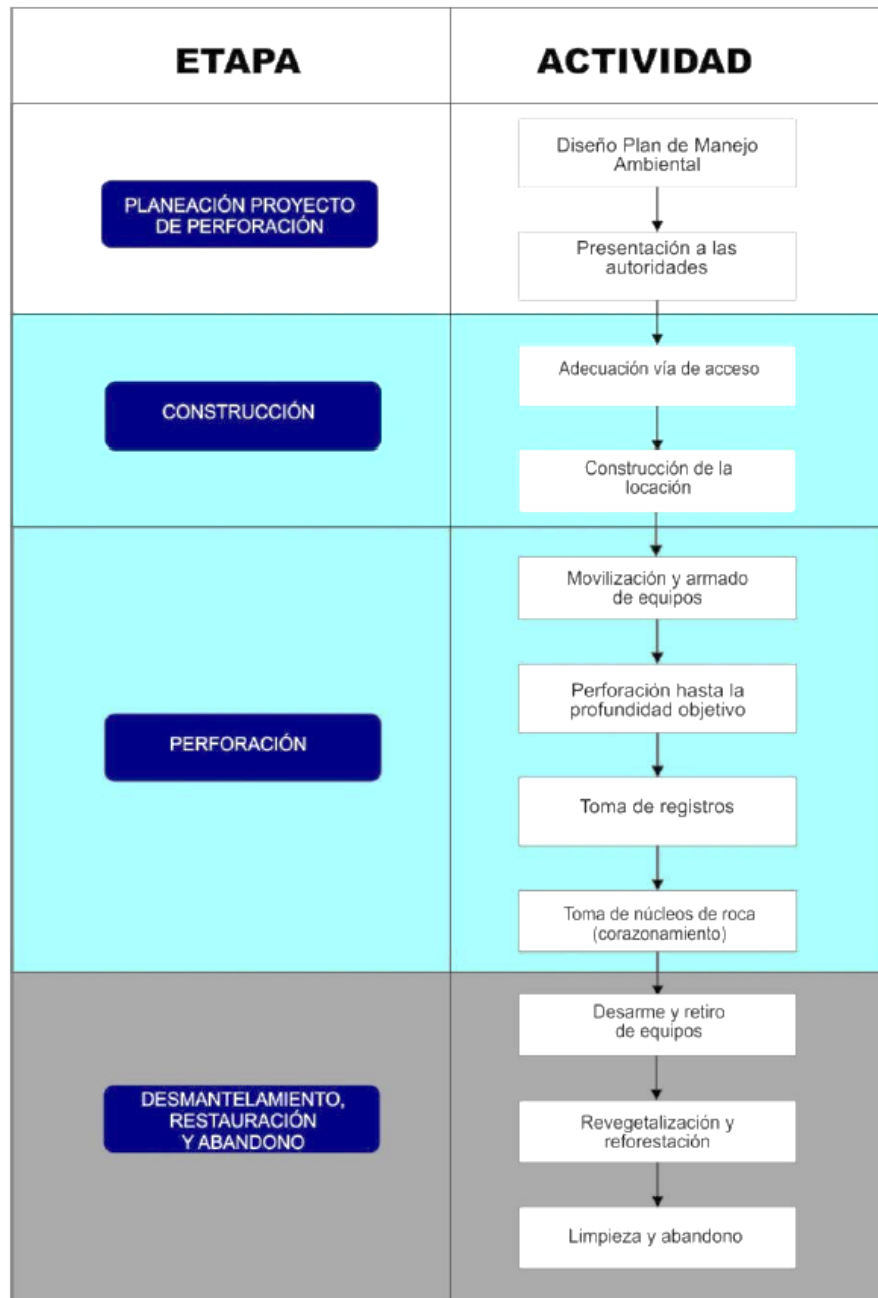
**1.1.3 Núcleos.** Un núcleo consiste en una muestra de roca tomada del pozo a una profundidad específica, por medios especiales, preservando su estructura geológica y sus características fisicoquímicas de la mejor manera posible, con la finalidad de realizar análisis petrofísicos y geológicos. Se obtienen generalmente mediante la perforación de la formación con un taladro rotatorio de sección transversal hueca, corte de porciones de paredes, corte con herramientas de cable y con fluidos de perforación. A partir del análisis de los núcleos, se tienen un conjunto de datos muy valiosos para los diferentes especialistas relacionados con la ingeniería petrolera, como por ejemplo la litología, porosidad, permeabilidad, interfaces petróleo-agua, gas-petróleo y saturación de fluidos. Los análisis de núcleos deben establecerse con tiempo en programa de perforación.

## 1.2 FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES EN LOS PROYECTOS

El flujograma de actividades establece la secuencia en ejecución de las acciones en cada una de las etapas requeridas en la operación (Ver Figura 1). Las principales actividades a realizar en un proyecto de perforación de un pozo son:

- i. Definición de la ubicación exacta del área donde se va a realizar el proyecto con base en criterios ambientales, geológicos y topográficos.
- ii. Elaboración del respectivo plan de manejo para su gestión ante la autoridad ambiental competente, para este caso en particular es la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC).
- iii. Adecuación del acceso hasta el punto exacto del pozo con las especificaciones técnicas requeridas para garantizar el tránsito seguro de los vehículos de carga.
- iv. Conformación y adecuación del área necesaria para la manipulación e instalación de equipos. El área deberá ser lo suficientemente estable debido al considerable peso de los equipos.
- v. Instalación de equipos y alistamiento para su funcionamiento.
- vi. Inicio de la perforación hasta la profundidad de diseño.
- vii. Toma de registros y muestras (núcleos de roca o corazones)
- viii. Desmantelamiento de los equipos y abandono del área.
- ix. Reconformación del área, clausura de piscinas e inicio del programa de recuperación y reforestación.

**Figura 1.** Esquema ilustrativo de actividades durante la perforación de los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATÍA-1-ST-P.



**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domésticas e Industriales Pozo BVTURA 1 ST-P.

### 1.3 UBICACIÓN DE LOS POZOS

**1.3.1 ANH-BVTURA-1-ST-P.** Este pozo se ubicó a aproximadamente a 6,5 kilómetros del cono urbano principal del municipio de Buenaventura, departamento del Valle del Cauca, en el barrio Isla de la Paz, perteneciente a la comuna 6, en la Tabla 1 se observan las coordenadas del pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla 1.** Coordenadas del pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.

Este	Norte
1'007.358,000	922.091,000
1'007.419,603	922.228,297
1'007.567.522	922.206,349
1'007.505,919	922.069,052

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domésticas e Industriales Pozo BVTURA 1 ST-P.

**1.3.2 ANH-PATÍA-1-ST-P.** Este pozo se ubicó en la finca San Felipe (Número del predio IGAC<sup>3</sup>: 00-06-01-127), propiedad del Sr. Leonardo Javier Vélez Ortega, las coordenadas tomadas corresponden a Origen Oeste de Coordenadas: 77° 04'51.30'' W 4°35'56.57 y también con Origen de Coordenadas Bogotá: 74° 04'51.30'' W 4°35'56.57 ambos con Falso origen (metros): E = 1,000,000 N = 1,000,000 y rectificadas con un Equipo Garmin Oregón 550 calibrado en punto IGAC ubicado en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander (Ver Tabla 2).

<sup>3</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

**Tabla 2.** Coordenadas del pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P.

Origen Bogotá	Origen Oeste
E= 657.060	N= 689.568
N= 689.855	E= 991.035
Z=1175	Z=1175

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domésticas e Industriales Pozo BVTURA 1 ST-P.

Para acceder al área del pozo se toma la vía Panamericana (ruta 25) que conduce de la ciudad de Popayán a Pasto; sobre esta vía se encuentra un desvío en el lugar denominado Mojarras, de donde se desprende una carretera que va hasta Higuerones, por la cual se llega al municipio de Mercaderes, desde allí se toma la vía terciaria que conduce al basurero de este municipio. Sobre la vía al basurero, a unos 1.600 metros aproximadamente se localiza el predio donde se van a desarrollar las actividades del pozo ANH-PATÍA-1-ST-P.

La perforación de ambos pozos tiene como objetivo la caracterización estratigráfica de estas zonas de interés, debido a esto se debe aclarar que durante la perforación de estos pozos no se realizarán pruebas de producción pues su objetivo principal no es la búsqueda y comercialización de hidrocarburos. La ubicación de ambos pozos se muestra en la Figura 2.

**Figura 2.** Ubicación aproximada pozos ANH-PATÍA-1-ST-P y ANH-BVTURA-1-ST-P.



#### **1.4 ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE VÍAS**

La construcción de las vías de acceso deberá guardar las especificaciones básicas de diseño (Ver Tabla 3) que garanticen de manera segura el tránsito de maquinaria pesada requerida para la operación.

**Tabla 3.** Especificaciones técnicas para el acceso a la locación.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>
<b>Radio de curvatura</b>	40m
<b>Ancho de corona</b>	6m
<b>Ancho de calzada</b>	8 metros
<b>Espesor de la capa de afirmado</b>	0,15m
<b>Peralte máximo</b>	Entre 4% y 6%
<b>Pendiente longitudinal</b>	1% y 3%
<b>Altura del terraplén</b>	Entre 0,6 y 1,7 metros
<b>Talud de apoyo</b>	1,5 H: 1V

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domésticas e Industriales Pozo BVTURA 1 ST-P.

La vía de acceso a cada locación se deberá construir sobre terreno plano con cobertura vegetal de potreros y pastos naturales, la adecuación de estas vías requiere de la correcta implementación de los siguientes procesos:

- **Localización y replanteo:** Comprende la localización y control topográfico por medio de una estación geodésica y de nivel de precisión, por una comisión de topografía que referenciará y dejará niveles en los puntos necesarios para el replanteo de las obras que hacen parte de la localización. Se debe localizar y verificar el eje de la vía, dejando referencias con mojones permanentes de concreto en lugares donde se garantice su estabilidad.
- **Desmonte y descapote:** Esta actividad comprende el retiro de la capa vegetal existente en un espesor entre 10cm a 30cm como máximo; La operación de descapote no se limitará a la sola remoción de las capas superficiales, sino que incluirá la extracción de todas aquellas cepas, árboles y raíces que sean inconvenientes para el trabajo. Este material deberá almacenarse temporalmente a un costado de la vía para finalmente ser extendido sobre los taludes del jarillón (vía a construir). Una vez realizado el descapote, se sellará la

superficie con vibrocompactador, para definir a través de la topografía, el volumen de corte, de relleno ó de corte relleno compensado a ejecutar.

- Nivelación y compactación del relleno con material de cantera o arrastre: Se comprará el material a canteras licenciadas para proceder a la compactación del terreno (50% Material proveniente de cantera y 50% de material de arrastre). Después de realizado el descapote, el sellado del terreno con vibrocompactador, el replanteo topográfico y nivelación del eje del terreno (cada 10m), se definirá la pendiente óptima de la rasante de la vía (entre el 1% y 5%) de acuerdo con las cotas finales del proyecto.

Los terraplenes o rellenos deben ser compactados con vibrocompactador autopropulsado, rodillo o patecabra en capas horizontales de 15 a 20cm Hasta obtener el grado de compactación mínima del 95% de la densidad máxima obtenida del ensayo del Proctor Modificado. Cada capa debe ser humedecida hasta lograr en ella un contenido uniforme de humedad adecuado para lograr la compactación especificada. En cada capa se realizarán los ensayos de laboratorio para comprobar su densidad y poder colocar la capa siguiente.

- Cuneteado, escarificación, nivelación y compactación del terreno: Consiste en el tratamiento que se le debe dar a la última capa del relleno para la terminación de la rasante, la cual servirá como capa de rodadura del proyecto y de soporte de las estructuras. Se debe realizar la escarificación sobre el ancho a utilizar como banca (6m) y el cuneteado a lado y lado de la vía por medio de una motoniveladora. La pendiente de las cunetas y sus salidas deberán ser demarcadas por el topógrafo. El material resultante del cuneteado (excepto el material vegetal), se extenderá y nivelará a lo largo de la vía existente con ayuda de la motoniveladora, dándole un bombeo del 2% del eje de la vía hacia los costados; posteriormente, con el vibrocompactador se le dará la consistencia a esta capa y se procederá a realizar el ensayo final de densidad. Esta capa será la que se utilizará como la rasante definitiva de la vía.

**1.4.1 ANH-BVTURA-1-ST-P.** En este proyecto no se realizará la adecuación de vías secundarias debido a que el pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P se encuentra sobre el costado izquierdo de la vía nacional que comunica al municipio de Buenaventura con la capital del Valle del cauca.

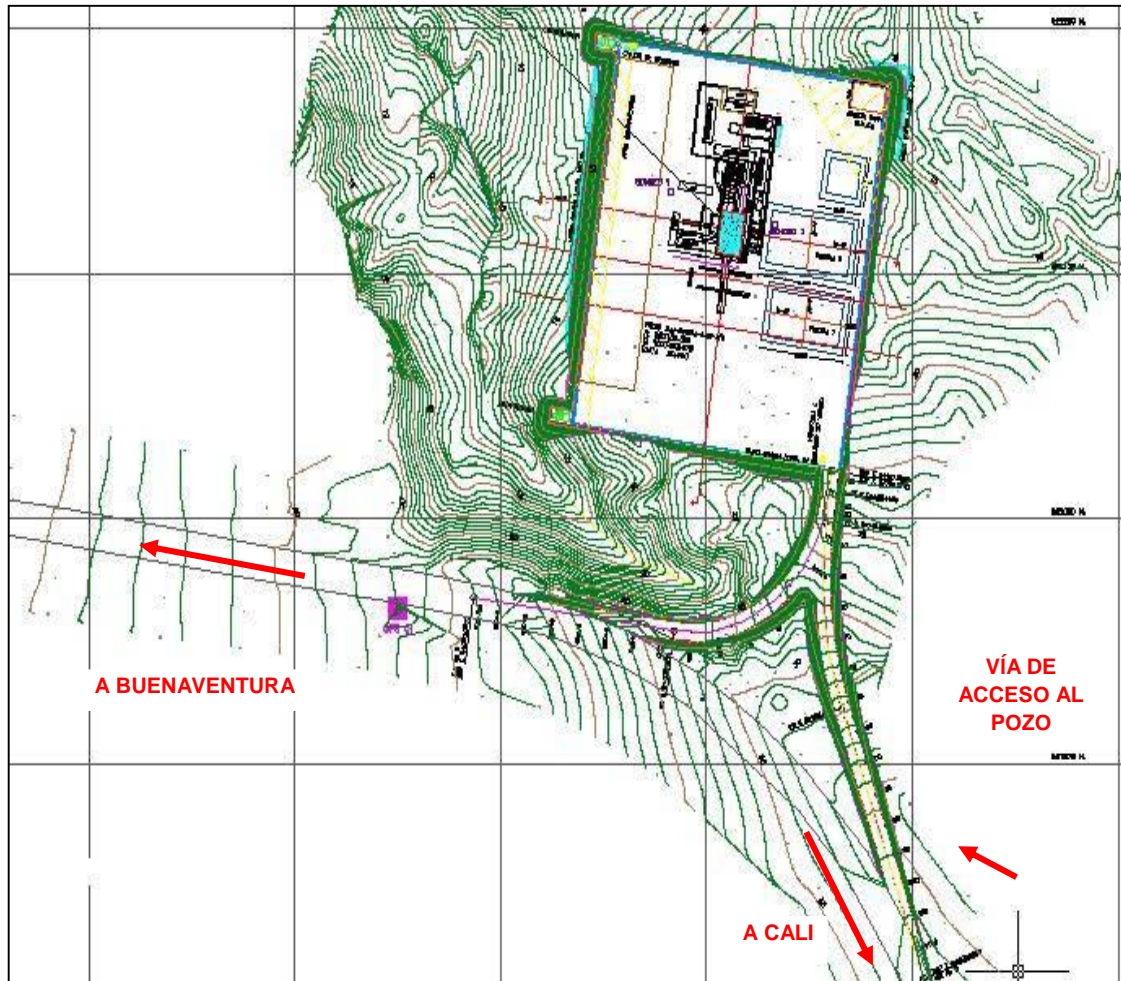
El pozo se ubica en la margen izquierda tomando la ruta que lleva de Buenaventura a Cali, en el barrio Isla de la Paz, a unos 6,5 kms del cono urbano de Buenaventura, desde este punto se construirá un acceso en forma de “Y” para ingresar a la locación del pozo y que de esta forma garantice con seguridad la salida y entrada de cargas pesadas.

La vía nacional Buenaventura – Cali se encuentra en buenas condiciones y cuenta con las especificaciones requeridas para el transporte de maquinaria pesada, por tal razón no es necesaria adecuación alguna.

Como ha sido mencionado para el ingreso hasta la plataforma de perforación se requerirá de un acceso en forma de “Y” el cual garantizará con seguridad la entrada y salida de vehículos en para ambos sentidos de la carretera (Ver Figura 3).

El trazado del sentido occidental del acceso tendrá 60 metros y sentido sur tendrá 160 metros, lo cual sumaría un total lineal de construcción de vía de acceso de 220 metros, tal cual se muestra a continuación.

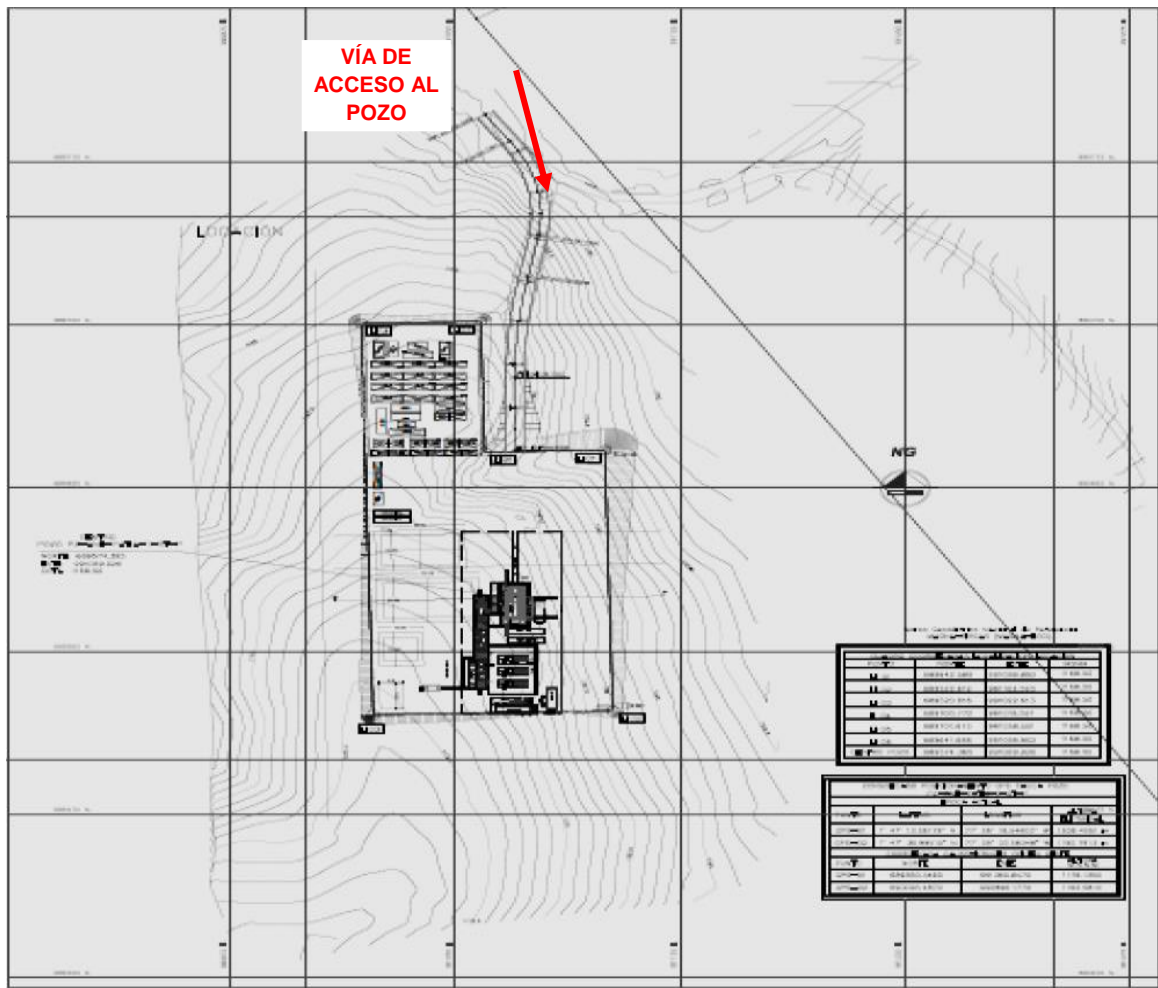
**Figura 3.** Vía de acceso en “Y” al pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.



**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domésticas e Industriales Pozo BVTURA 1 ST-P.

**1.4.2 ANH-PATIA-1-ST-P.** En este proyecto no se realizó la adecuación de vías secundarias, solo se adecuó un acceso a la locación (Ver Figura4).

**Figura 4.** Vía de acceso al pozo ANH-PATÍA-1-ST-P.



**Fuente:** Gestión De Permiso De Vertimientos, Memorias De Calculo, Planos Sistema De Tratamiento Aguas Domesticas E Industriales Pozo ANH-PATÍA-1-ST-P.

## 1.5 PERFORACIÓN.

Los objetivos del desarrollo de un pozo estratigráfico se enmarcan en la recolección de núcleos de roca que muestren las características de la estratigrafía de la zona y la posterior toma de registros hasta la profundidad final. Dentro de los objetivos específicos se encuentran:

Perforación de pozos estratigráficos a una profundidad de:

- 11.600 pies pozo ANH-BVTURA-1ST-P.
- 12.000 pies pozo ANH-PATÍA-1-ST-P.

**1.5.1 Metodología De Trabajo.** El sistema de perforación convencional utiliza una broca ensamblada a la sarta de tubería que mediante el movimiento rotacional desgasta la formación con la que interactúa. Dicho desgaste se debe a la fricción del material altamente abrasivo de la broca con la formación, esto implica que el material de la broca deberá tener mayor grado de dureza que la de la formación. La tubería ubicada sobre la broca es de mayor espesor y es la que se encarga de aplicar la fuerza necesaria para que se avance en la operación. La rotación de la sarta de tubería junto con la broca proviene del motor eléctrico instalado en el bloque viajero. En el sistema de perforación rotacional convencional, cuando se perfora la profundidad equivalente a la longitud de un tubo se levanta la sarta y se conecta un nuevo tubo (parada). En este sistema la parada es de tres tubos lo que agiliza considerablemente la operación.

En el tope se conecta una manguera por la que se inyecta el fluido de perforación a la sarta. El fluido pasa por la parte interna de la sarta hasta la broca saliendo por las boquillas de la misma y comienza a ascender por el espacio anular existente entre la sarta y las paredes del pozo trayendo consigo los cortes de perforación que se separan del fluido en superficie en el equipo de control de sólidos. Con el fin de generar estabilidad al pozo y generar un diámetro constante de trabajo, una vez se

han perforado algunos pies se pega a las paredes del pozo una tubería de revestimiento cuyo diámetro es menor que el del pozo. Para esta labor se requiere sacar del pozo la tubería de perforación y descender la de revestimiento. Esta tubería se pega a las paredes del pozo mediante labores de cementación, proceso en el que se bombea una lechada de cemento por la tubería de perforación y cuyo volumen es previamente determinado. En la parte inferior de la sarta de perforación se sienta un empaque que impide el retorno de la lechada por el espacio anular de la sarta de perforación y la tubería de revestimiento. El cemento asciende por el espacio anular existente entre la tubería de revestimiento y las paredes del pozo. Cuando la lechada retorna a superficie se considera que realizó el recorrido esperado, aunque después de que esto ocurre se deja circular un tiempo más con el fin de evitar espacios vacíos una vez la lechada fragüe.

Para el éxito de la operación son de gran importancia el sistema de potencia y levantamiento, el sistema de rotación, el sistema de circulación y el fluido de perforación. Para las secciones a corazonar se utilizan brocas con un espacio vacío en su interior que permiten atrapar la muestra y traerla a superficie para su posterior análisis.

**1.5.2 Especificaciones del Campamento.** Básicamente el campamento se compone de enfermería, container para comunicaciones, bodega de materiales, alojamiento y oficinas para el personal de perforación y personal staff. Los contenedores que conformarán el campamento, serán ubicados lejos de los generadores de energía y motores con el fin de evitar el ruido y las emisiones gaseosas como el monóxido de carbono (CO).

El tratamiento de las aguas negras para el campamento se hará a través del uso de una planta portátil compacta de lodos activados *Red Fox*, mientras que para el manejo de las aguas grises se construirá una trampa de grasas. El efluente de las plantas de tratamiento de lodos activados y de las trampas de grasas se almacenará

en tanques portátiles y luego se integrará al sistema de tratamiento de los residuos industriales de la perforación (mezcla lodos, cortes y aguas industriales).

**1.5.3 Equipo Requerido.** La maquinaria utilizada para las labores de perforación de un pozo estratigráfico son básicamente: Taladro de perforación (1), Grúa telescópica - 50 ton (1), Cargadores (2), Montacargas (2), Volquetas (1), Retroexcavadora, Carro tanques y vehículos de transporte ligero.

Considerando que las profundidades de los pozos serán mayores a los 11.000 pies, se requirió de un equipo con las características técnicas necesarias y suficientes para garantizar la operación, es decir un taladro de perforación con potencia de 1.500 caballos (HP). Además, se tendrá en cuenta que uno de los equipos a utilizar deberá permitir el corazonamiento con “barril viajero”<sup>4</sup>, y “canaleta” desde la superficie hasta la profundidad final del pozo.

Para el control geológico del pozo se contó con una unidad de registro (“logging unit”) que permita la medición de la profundidad en pies, el cálculo automático (digital) de la tasa de perforación, el volumen de las piscinas de lodo, la conductividad, densidad y temperatura del mismo y la detección e identificación de hidrocarburos con cromatografía.

En la perforación de pozos estratigráficos se emplea un equipo de perforación convencional por rotación, la cual se da por fuerza hidráulica en las boquillas y peso sobre la broca, además de la fuerza de rotación que se imprime en superficie. Este equipo de perforación es un complejo sistema compuesto de un número de subsistemas que incluye:

---

<sup>4</sup> Herramienta que permite asegurar, preservar y transportar el núcleo de roca hasta la superficie.

- Sistema de Rotación. Su función es generar la rotación o el giro de toda la sarta de perforación y se compone de: unión giratoria o swivel; mesa rotaria, las herramientas como llaves de potencia y llaves hidráulicas para realizar conexiones entre juntas de tubería y donde se soportan las paradas de tubería, entre otros; buje principal; buje de manejo; vástago de rotación; buje del vástago; sarta de perforación.
- Sistema de control de pozo. Conformado por el stock de preventoras (Blind Ram, annular, etc.), el choke manifold, el acumulador que suministra la energía hidráulica y el cabezal de revestimiento, montado en kill line una vez se perfora la primera sección. Es el equipo para controlar el pozo en caso de urgencias (formaciones con alta presión).
- Sistema de levantamiento. Su función es subir y bajar, cada vez que sea necesario, la sarta de perforación durante las actividades de perforación. Este sistema se compone de torre de perforación; subestructura para soportar la torre; malacate; cables; winches y guayas en acero; polea fija; bloque viajero; elevador con sus respectivos ganchos y brazos y las cuñas para soportar el peso de la sarta de perforación.
- Sistema de potencia. Su función es generar el movimiento de toda la maquinaria y motores del taladro de perforación. Este sistema se compone por los generadores de energía utilizado para el funcionamiento de las bombas de lodo del equipo, las cuales generan la inyección y recirculación del lodo de perforación y el generador para el campamento de la localización.
- Sistema de circulación. Durante la perforación el lodo se bombea por medio de la manguera de lodo (mud hose), pasando por la "swivel", por medio de la tubería de peso y de las botellas; luego el lodo sale a través de las boquillas de la broca y sube hasta superficie por medio del espacio anular entre la

tubería y las paredes del hueco. Cuando el lodo llegue a la broca, tendrá un aumento de velocidad a causa de las boquillas. Esta presión permitirá que el lodo limpie el fondo del hueco y retorne a la superficie. En el momento en que el lodo retorne a superficie, traerá consigo los cortes de perforación y algunas veces dilución de aguas de las formaciones geológicas del subsuelo. El fluido que regresa a superficie pasa por el equipo de control de sólidos, donde los cortes de perforación son separados para ser tratados y dispuestos; el lodo es retornado a los tanques de lodo donde se hace el ajuste de sus propiedades reológicas para ser reutilizado.

**1.5.4 Fluido de Perforación.** En la operación se utilizaron lodos base agua, compuesto por agua fresca como corriente base con arcilla y material pesante en suspensión, y aditivos químicos que garantizan el buen desempeño del fluido en sus funciones.

Las funciones básicas de un fluido de perforación son:

- Remoción y arrastre de los cortes de perforación.
- Lubricación y enfriamiento.
- Control de presiones de formación.
- Generación de torta o "CAKE".
- Control de filtrado.
- Control de corrosión.
- Protección de la formación.

Durante la etapa de perforación además de lodo de perforación también se puede encontrar otros fluidos como lo son la lechada de cementación y distintos combustibles o aceites, estos se describen a continuación en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Tipos de fluidos, componentes y su función.

<b>FLUIDOS</b>	<b>COMPONENTES</b>	<b>FUNCIÓN</b>
<b>LODOS DE PERFORACIÓN BASE AGUA</b>	Carbonato de calcio, barita, bentonita API y polímeros.	Incrementar la viscosidad y densidad al lodo de perforación.
	Hidróxido de calcio, sulfato de calcio, carbonato de sodio, los hidróxidos de sodio y potasio, anhidrita.	Ajustar el pH del lodo.
<b>LECHADA DE CEMENTO.</b>	Barita, hematita y silicato de sodio.	Control de densidad de la lechada, reducir el agua libre
	Cloruro de calcio y cloruro de sodio.	Aceleran el tiempo de fraguado de la lechada.
	Lignosulfanato de calcio, ácidos orgánicos, carboximetil celulosa (CMHEC).	Retardadores.
	CMHEC, gilonita, plásticos, perlita expandida, fibras de nylon entre otros.	Perdidas de circulación.
	Desfloculantes orgánicos como el lignosulfanato de calcio, el cloruro de sodio y polímeros de largas cadenas.	Control de filtrado.
	Latex, bentonita con dispersante, CMHEC y polímeros orgánicos.	Control de viscosidad.
	Paraformaldehído y cromato de sodio	Contrarrestar la contaminación por desfloculantes provenientes del lodo de perforación.
	Sílica fluor.	Estabilidad y menor permeabilidad a altas temperaturas.
	Nylon.	Cemento más fuerte al impacto.
<b>OTROS MATERIALES</b>	Diésel, gasolina, grasa (bestolife), aceites lubricantes y agua.	Mantenimiento de equipos y maquinarias.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domésticas e Industriales ANH-PATÍA-1-ST.

## **1.6 TOMA DE MUESTRAS.**

A medida que la perforación avanza y las muestras son recuperadas, se preservadas, empacadas y marcadas, para ser entregadas en la Litoteca<sup>5</sup> Nacional adjuntando los formatos vigentes debidamente diligenciados para dar cumplimiento a lo estipulado en los estándares de la Litoteca para la recepción de muestras.

**1.6.1 Cortes de Perforación (Ripios) o Muestras de Canal.** Se recogieron muestras de cortes de perforación (ripios) de manera continua así:

- Zanja húmeda en bolsas con 2 kilos de muestra cada 6 metros (20 pies) o menor en pies donde la tasa de perforación lo permita.
- Zanja seca en bolsas con 0.5 kilos de muestra cada 6 metros (20 pies) o menor en pies donde la tasa de perforación lo permita.

**1.6.2 Núcleos Convencionales.** Los núcleos recuperados fueron empacados y orientados de acuerdo a los lineamientos de la Litoteca Nacional. Además se marcaron con el nombre de la ANH, el nombre del pozo, el intervalo de profundidad que representan, el número del corazón, el número de la porción del corazón, la fecha del corazonamiento y demás comentarios pertinentes.

Esta información fue consignada en el formato respectivo y se entregó en la Litoteca junto con una comunicación oficial. Se utilizó un empaque que garantice su integridad durante el transporte hasta el repositorio.

Durante la recuperación de los núcleos, se bajará desde la mesa rotatoria hasta el sitio de preservación, para evitar que se doblen y se produzcan fracturas en ellos.

---

<sup>5</sup> Lugar dónde se contienen las muestras de los corazones de rocas que se han extraído en el país.

**1.6.3 Descripción Litológica.** Simultáneamente con la perforación y recuperación de núcleos de roca, se llevó a cabo la descripción litológica básica, orientación, rotulación y empaque de los núcleos y muestras de zanja recuperadas. Esta actividad estuvo a cargo del geólogo de pozo (“well site geologist”) y uno o más estudiantes de último nivel de Geología de la UIS, en calidad de auxiliares. Esta acción fue supervisada, revisada, y aprobada por el supervisor de la ANH.

## **1.7 DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RECUPERACIÓN**

La fase de desmantelamiento, abandono y recuperación es de gran importancia para mantener el equilibrio entre la actividad petrolera y el ecosistema en el que se desarrolla. En esta etapa se busca mitigar los impactos generados durante el proyecto de perforación del pozo estratigráfico.

**1.7.1 Desmantelamiento.** Consiste básicamente en el retiro de las estructuras temporales y portátiles utilizadas durante la perforación, también se deben demoler las estructuras de cemento o concreto tales como cunetas y trampas de grasas. Las trampas de grasas fijas se limpian y se evacúa el contenido de los drenajes, para posteriormente sellarlos. Las trampas en caso de no ser demolidas, se rellenan con material de excavación. Las tuberías en general se sellan para evitar la generación de flujos que puedan afectar la estabilidad del terreno. El material de construcción se deberá llevar a escombreras legalizadas de la región.

Además, se debe realizar el lavado de las plataformas donde se ubicaron los equipos, el material decantado en las piscinas se mezclará con material de excavación para su disposición final de la misma manera que los cortes. Una vez clausuradas las piscinas de vertimiento y contingencia (en caso que se construya) y cortes de perforación con el material mezclado, se da paso al proceso de compactación, el perfilado y la reconfiguración del terreno, aplicando una capa de

material limpio (preferiblemente arcilloso y de 0.2 metros de espesor) para aislar el material mezclado y luego se cubre con una capa de suelo orgánico procedente del descapote de la locación.

Finalmente se revegetalizan las áreas de piscinas sembrando especies nativas acompañadas de barreras vivas que permitan manejar la escorrentía y controlar el arrastre de sedimentos.

**1.7.2 Abandono.** El proyecto de perforación está compuesto por diferentes actividades, varias de ellas de carácter temporal (ej: construcción de la locación) que requieren cerrarse en el momento oportuno (a su terminación). Por esta razón, con el fin de garantizar que se tomen las medidas adecuadas y necesarias conducentes al control y ejecución del plan de abandono, se debe establecer desde el comienzo y mantener durante la ejecución del proyecto, un plan de restauración y desmantelamiento adecuado.

En la fase de abandono se deben reconfigurar topográficamente las áreas excavadas y revegetalarlas. Antes de la reconstrucción del área deberán ejecutarse las obras finales de estabilización.

**1.7.3 Recuperación.** Las actividades de mayor importancia durante la recuperación son el cierre de piscinas y la revegetalización. Las piscinas (cortes, vertimiento, contingencia) se reconfiguran utilizando los cortes de perforación almacenados y se mezclan con suelo hasta alcanzar el nivel natural del terreno. La revegetalización consiste en el enriquecimiento vegetal de la zona en busca de su restablecimiento. Es recomendable el arado del terreno en busca de mejorar su aireación y facilitar la infiltración del agua. Se debe disponer una capa de suelo orgánico en aquellas áreas que presenten mayor deterioro o dificultad para el enraizamiento de las especies. Las piscinas se rellenan con suelo estéril y luego se esparce una capa de suelo orgánico para su empradización con gramíneas.

**1.7.4 Limpieza Final.** Consiste en retirar de las áreas ocupadas por el proyecto todos los materiales ajenos a las mismas, residuales o no. En consecuencia, la limpieza se extenderá a los sitios ocupados por instalaciones, así como a los demás sitios intervenidos por el proyecto.

## 2. MARCO NORMATIVO Y REGLAMENTARIO DE CONTROL DEL VERTIMINETO PUNTUAL A LAS AGUAS SUPERFICIALES

### 2.1 LEYES Y DECRETOS LEY

- ✓ **Decreto Ley 2811 de 1974.** Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En su capítulo II define la regulación en cuanto a la prevención y control de contaminación del recurso hídrico, desarrolla ampliamente lo referente a los vertimientos de agua residual, estudios de impacto ambiental y procesos sancionatorios. En el Título VIII determina la administración de las aguas y cauces, enumera las responsabilidades del gobierno en la administración de las aguas.
  
- ✓ **Ley 09 de 1979.** Por la cual se expide el Código Sanitario Nacional, establece procedimientos y medidas para la regulación y control de los vertimientos.
  
- ✓ **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 organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Igualmente establece la base normativa para la implementación de tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a los cuerpos de agua y la competencia de las corporaciones en la evaluación, control y seguimiento de las descargas de aguas residuales.
  
- ✓ **Ley 373 de 1997.** sobre ahorro y uso eficiente del agua.

- ✓ **Ley 1333 de 2009.** Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.

## 2.2 DECRETOS

- ✓ **Decreto 1594 de 1984 Usos del agua y Residuos Líquidos. Ministerio de Salud.** Mediante este decreto se reglamentó el Código Nacional de los Recursos Naturales y el Código Sanitario Nacional, lo relacionado a los usos del agua y el tema de las tasas retributivas. En los artículos 142 y siguientes, se definieron los factores para su cálculo, se especificó la forma de pago y la periodicidad, además establecieron los límites de vertimiento de agua residual a cuerpos de agua (artículo 72) y al alcantarillado público (artículo 73), y determinaron los límites de vertimiento de sustancias de interés sanitario y ambiental (artículo 74), los permisos de vertimiento, estudios de impacto ambiental y procesos sancionatorios.
- ✓ **Decreto 1729 de 2002.** Por medio de este decreto se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones, entendiendo que cuenca u hoya hidrográfica es el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar. La ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos. La ordenación así concebida constituye el marco para

planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica.

- ✓ **Decreto 3100 de 2003.** El presente decreto tiene por objeto reglamentar las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales y lo relacionado con el establecimiento de la tarifa mínima y su ajuste regional; define los sujetos pasivos de la tasa, los mecanismos de recaudo, fiscalización y control, y el procedimiento de reclamación.
  
- ✓ **Decreto 1120 de 2005.** Mediante este decreto se materializa el concepto y alcance de la licencia ambiental. La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada. La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad. La licencia ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una licencia ambiental.
  
- ✓ **Decreto 3930 de 2010.** Este decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso

Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. Cuando quiera que en este decreto se haga referencia al suelo, se entenderá que este debe estar asociado a un acuífero. En el decreto también se dispone:

- a) Ámbito de aplicación.
- b) Del Ordenamiento del Recurso Hídrico.
- c) De la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas y marinas
- d) De los criterios de calidad para destinación del recurso.
- e) Vertimientos.
- f) De la obtención de los permisos de vertimiento y planes de cumplimiento.
- g) Del Plan de Reconversión a Tecnologías Limpias en Gestión de Vertimientos.
- h) Reglamentación de vertimientos.
- i) Registro de los permisos de vertimientos.

## 2.3 RESOLUCIONES

- ✓ **Resolución 1110 de 2002.** Por la cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental.
- ✓ **Resolución 813 de 2008.** Adopta la guía de acceso, elegibilidad, presentación y viabilización de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico que recibirán recursos de apoyo de la Nación mediante el mecanismo de Ventanilla Única.

- ✓ **Resolución 1280 de 2010.** Por la cual se establece la escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de manejo y control ambiental para proyectos cuyo valor sea inferior a 2.115 SMMV y se adopta la tabla única para la aplicación de los criterios definidos en el sistema y método definido en el artículo 96 de la Ley 633 para la liquidación de la tarifa.
  
- ✓ **Resolución 2145 de 2005.** Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.

#### **2.4 OTROS ACTOS ADMINISTRATIVOS**

- ✓ Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-98, resolución 0822 de 6 de agosto de 1998 del Ministerio de Desarrollo Económico, señala los requerimientos técnicos mínimos que deberían cumplir las obras relacionadas con el abastecimiento de agua potable y el saneamiento básico ambiental en la República de Colombia.
  
- ✓ Reglamento de agua potable y saneamiento RAS, título E, tratamiento de aguas residuales: El Ministerio de Desarrollo Económico en la resolución 1096 de 2000 adopta el RAS como el documento técnico que fija los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales entre otras obras de agua potable y saneamiento básico, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.

- ✓ Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010. Establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años.

### **3. USO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES**

Durante las actividades de perforación el principal recurso natural afectado es el agua, tanto su captación como vertimiento, y en menor medida el aire. Durante la perforación no se necesitará material de arrastre, no habrá aprovechamiento forestal. En esta parte del documento se sintetiza la información pertinente a los recursos naturales que se tiene proyectado demandar, usar, aprovechar y/o afectar durante la perforación de un pozo stratigráfico, con el fin de establecer las posibles asignaciones, manejo y grado de intervención que pueda realizarse sobre dichos recursos. Al igual que establecer las alternativas que controlen las contingencias que pudiesen surgir durante la vida del proyecto, a fin de permitir su normal funcionamiento.

Para el seguimiento y control ambiental del proyecto, le corresponde a la Corporación autónoma regional de acuerdo a la ubicación del mismo, para el caso de los pozos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P ésta, corresponde a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.

#### **3.1 CAPTACIÓN DE AGUA**

**3.1.1 ANH-BVTURA-1-ST-P.** El agua requerida para las actividades de perforación del pozo stratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P, se compró en su mayoría al acueducto de Buenaventura, operado por la empresa HIDROPÁCIFICO S.A. ESP. El acueducto cuenta con la disponibilidad y el caudal suficiente para suplir las necesidades del proyecto sin ver afectada su operación dentro del municipio de Buenaventura. En caso que HIDROPACÍFICOS.A. ESP no pueda suministrar el recurso para el proyecto, como consecuencia de la alteración de la calidad del agua por lluvias torrenciales, o por averías en cualquiera de los sistemas que conforman

el acueducto, como medida de contingencia habían las siguientes alternativas:

- ❖ Comprar el agua al acueducto del municipio de Dagua, Valle del Cauca, que también cuenta con la disponibilidad de suministrar el recurso para el proyecto o en su defecto otro municipio cercano al área del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.
- ❖ De igual manera se estableció como opción un punto de captación sobre la quebrada Aguacatico (Ver coordenadas en la Tabla 5). Durante el trabajo de campo se realizó un aforo del cauce, en donde se encontró un caudal aproximado de 174 litros/segundo.

**Tabla 5.** Coordenadas punto de captación quebrada Aguacatico.

COORDENADAS		
Sitio	Este	Norte
<b>Quebrada Aguacatico</b>	1.007.887	922.192

**Fuente.** Agustín Codazzi.

**3.1.2 ANH-PATIA-1-ST-P.** El agua requerida para las actividades de perforación del pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P, que se captó en su mayoría de la quebrada “Sangandinga” sub-cuenca Sambingo-Hato Viejo, cuenca del PATIA con un volumen de 2, 5 litros por segundo, está debidamente licenciada<sup>6</sup>. De la misma manera se autorizó a la universidad a captar 1,7 litros por segundo dentro del predio San Felipe, localizado en Canto Llano municipio de Mercaderes Cauca. Los cuales están debidamente licenciados por la CRC<sup>7</sup>.

**3.1.3 Aforo del cauce.** A fin de conocer las condiciones actuales del flujo de este cuerpo de agua, y determinar la cantidad de agua que se dispone durante la vida

<sup>6</sup> Según resolución No 1620 del 05 de Octubre de 2011.

<sup>7</sup> Corporación Autónoma Regional del Cauca.

del proyecto, en un trabajo de campo se realizó el aforo del cauce en época seca, obteniéndose los siguientes resultados:

De acuerdo con la calidad y la cantidad de los registros de caudales necesarios en un estudio hidrológico, las mediciones se pueden hacer de una manera continua o permanente o de una manera puntual o instantánea, las mediciones continuas de caudales requieren de la instalación de una estación medidora (limnimétrica) o de una estación registradora (limnigráfica). Las mediciones aisladas, puntuales o instantáneas, se realizan en determinados momentos en que se desee conocer la magnitud de una corriente en particular.

Para adelantar los procedimientos se requieren los siguientes materiales y equipos:

- Un objeto flotante, puede ser una bola de ping-pong, una botella plástica pequeña, una rama, un trozo de madera que flote libremente en el agua.
- Un reloj o cronómetro.
- Un decámetro o cinta medidora.
- Una regla o tabla de madera graduada.

La mayoría de los métodos de aforo se basan en la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A \quad (1)$$

Donde,

$Q$  = Caudal,  $m^3/s$

$V$  = Velocidad,  $m/s$

$A$  = Área,  $m^2$

En el caso de pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P se utilizó el método de aforo con flotadores, ya que son los más sencillos de realizar, pero también son los más imprecisos; por lo tanto, su uso queda limitado a

situaciones donde no se requiera mayor precisión. Con este método se pretende conocer la velocidad media de la sección para ser multiplicada por el área, y conocer el caudal, según la ecuación de continuidad, mencionada anteriormente.

Para la ejecución del aforo se procede de la siguiente forma: Se toma un techo de la corriente de longitud L; se mide el área A, de la sección, y se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo.

La velocidad superficial de la corriente  $V_s$ , se toma igual a la velocidad del cuerpo flotante y se calcula mediante la relación entre el espacio recorrido L, y el tiempo de viaje t.

$$V_s = \frac{L}{t} \quad (2)$$

Se considera que la velocidad media de la corriente  $V_m$ , es del orden de  $0,75 * V_s$  a  $0,9 * V_s$ , donde el valor mayor se aplica a las corrientes de aguas más profundas y rápidas con velocidades mayores de 2 m/s. Habitualmente, se usa la siguiente ecuación para estimar la velocidad media de la corriente.

$$V_m = 0,85 * V_s \quad (3)$$

Datos y resultados ANH-BVTURA-1-ST-P, quebrada aguacatico:

- Ancho de la sección = 0,51m
- Profundidades de la sección = 50 cm, 40cm y 32cm
- Largo de la sección = 10 m

**Tabla 6.** Pruebas para el tiempo de recorrido, quebrada aguacatico.

Tiempo de Recorrido (segundos)				
T1 = 22,6	T2 = 19,74	T3 = 21,96	T4 = 19,76	T5 = 21,18

Promedio Recorrido = 21,048 s.

$$V_s = \frac{10 \text{ m}}{21,048 \text{ s}} = 0,475104 \text{ m/s}$$

El área de la sección transversal ( $A_T$ ) del río se calcula con base en la siguiente ecuación:

$$A_T = \text{Ancho} * \text{Profundidad Promedio} \quad (4)$$

$$\text{Profundidad Promedio} = (0,5 + 0,4 + 0,32)m/3$$

$$\text{Profundidad Promedio} = 0,4066 \text{ m}$$

$$A_T = 0,51 * 0,4066 = 0,207366 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,475104 \text{ m/s} * 0,207366 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,985 \text{ m}^3/\text{s} = 98,5 \text{ L/s}$$

Entonces se tiene que el caudal aforado en el trabajo de campo para la quebrada Aguacatico es de 98,5 L/s, teniendo en cuenta que la toma de caudal se realizó durante época seca en la región.

**3.1.4 Parámetros del vertimiento.** Durante la perforación de los pozos las muestras para análisis en laboratorio externo serán una de agua sin tratar y una de agua tratada por pozo. Durante el proceso se estarán verificando en laboratorio los parámetros in situ correspondientes con el fin de garantizar el ajuste de los mismos. Los monitoreos diarios que se realizaron in situ fueron: pH, Conductividad, Cloro Libre, Turbidez, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Sulfatos y Cloruros. En la Tabla 7 se muestran los parámetros del agua a ser vertida según el decreto 1594/84.

**Tabla 7.** Parámetros del agua a ser vertida, decreto 1594/84.

<b>PARÁMETRO</b>	<b>Unidad</b>	<b>Decreto 1594/84</b>
<b>PH</b>	Unidades	5.0-9.0
<b>CONDUCTIVIDAD</b>	mS / cm	< 2500
<b>SULFATOS</b>	ppm	< 400
<b>CLORUROS</b>	ppm	< 250
<b>ALCALINIDAD</b>	ppm	< 500
<b>DUREZA</b>	ppm	< 500
<b>TDS</b>	ppm	< 75
<b>COLOR</b>	APHA	< 75
<b>HIERRO</b>	ppm Fe	< 0,5
<b>TURBIDEZ</b>	NTU	< 75
<b>NITRATOS</b>	ppm	< 100
<b>SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN</b>	mg/l sol	< 100
<b>TEMPERATURA</b>	°C	< 40

**Fuente:** COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1594, Junio 26 de 1984. En cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá D.C.: El ministerio. 1984

De igual forma para los pozos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P se tomó una muestra por pozo de agua sin tratar y otra tratada para realizar un análisis de sus propiedades, este monitoreo se llevó a cabo tomando una muestra de agua y llevándola a un laboratorio de reconocida trayectoria debidamente certificado por el IDEAM. Los parámetros a medir son los establecidos en el decreto 1594/84 y su tiempo de entrega fue de 20 días.

Adicionalmente los resultados de los parámetros tomados en la quebrada Aguacatico, del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P, que se realizaron para determinar si estas aguas podían ser utilizadas para consumo humano directo se presentan en el Anexo A.

### 3.2 VERTIMIENTOS

Para tomar las acciones más acertadas en el manejo de los vertimientos de aguas residuales tanto domésticas como industriales generadas durante las diferentes etapas del proyecto, se deben identificar los efluentes y el sitio de disposición final de los mismos, reconociendo sus características.

Las aguas residuales generadas en la locación, provenientes de las diferentes actividades tanto industriales como domésticas, deben ser sometidas a diferentes sistemas de tratamientos de aguas residuales, los cuales contribuirán a la reducción de la carga contaminante y mitigar los impactos generados por el vertimiento de las mismas al cuerpo de agua superficial seleccionado para tal fin y así dar cumplimiento con la normativa vigente<sup>8</sup> aplicable a la fecha del vertido, el cual contempla una serie de parámetros con los niveles permisibles para que las aguas tratadas puedan ser dispuestas adecuadamente sobre la fuente de agua superficial identificada, o mediante la disposición sobre un campo de aspersión localizado en un predio contiguo a la locación del pozo. Los criterios para definir el método de disposición de vertimientos fueron los factores climatológicos, hidráulicos, topográficos y la cantidad de agua a disponer.

Dentro de los factores climatológicos en la región donde se perforó el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P, se tuvo en cuenta la época de lluvias para el vertimiento al estero aguacatico, donde se espera descargar gran parte de las aguas, gracias a la alta carga hidráulica que presenta el estero y en época de verano utilizar los campos de aspersión, donde los cálculos se realizaron teniendo en cuenta el escenario más crítico (época de altas precipitaciones). El campo de aspersión propuesto fue de una (1) hectárea, ubicado en un predio contiguo a la locación del pozo estratigráfico.

---

<sup>8</sup> Decreto 1594 del 1984 y Decreto 3930 de 2010.

**3.2.1 Características de las aguas residuales.** Durante las actividades de perforación, los residuos líquidos estarán representados por las siguientes corrientes:

- Residuos líquidos domésticos (Aguas grises y aguas negras).
- Residuos líquidos industriales (fluidos complementarios, fluidos de perforación, aguas de lavado y mantenimiento).
- Aguas lluvias limpias.
- Aguas lluvias contaminadas.

A continuación se presenta una descripción sobre la generación y el manejo que se le dará a cada tipo de residuo líquido generado durante la ejecución del proyecto.

#### **3.2.1.1 Sistema de Tratamiento para Aguas Residuales Domésticas.**

- **Aguas Grises.** Las aguas residuales provenientes de duchas, lavamanos, lava platos y lavaderos de ropa, fueron recolectadas por un sistema de conducción independiente, pasarán por trampas de grasas en donde tuvieron un proceso de remoción de grasas y aceites, posteriormente fueron conducidas a un tanque para el control de la calidad de vertimiento junto con las aguas negras tratadas de la Red Fox.
- **Aguas Negras.** La red de aguas negras se dirige hasta la planta de tratamiento compacta de lodos activados tipo “Red Fox”, allí estas aguas deben ser tratadas para efectuar una remoción de carga mínima del 80%, posteriormente pasan a la unidad de tratamiento donde se realiza su desinfección.

El efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas es conducido al tanque o piscina de tratamiento, en donde se termina de ajustar

sus parámetros fisicoquímicos de acuerdo a la normativa vigente aplicable a la fecha del vertido (decreto 1594 del 1984 y decreto 3930 de 2010).

### **3.2.1.2 Sistema de Tratamiento para Aguas Residuales Industriales.**

- **Fluidos de perforación.** Se dispondrá de un sistema Dewatering para el lodo contaminado o el lodo desechado por cambio de las propiedades reológicas; este sistema estará integrado por un equipo de remoción de sólidos. El sistema procura la menor descarga de sólidos y líquidos en la locación y es aplicable para lodos pesados y no pesados, así como para lodos base agua. Los sólidos se dispondrán para su respectivo tratamiento en el catch tank y los residuos líquidos se conducirán al tanque o piscina de tratamiento de aguas.

El primer tanque de tratamiento estará destinado para recibir todas las aguas generadas durante la perforación, así como las producidas en el lavado de equipos, aguas utilizadas para el enfriamiento de las bombas de lodos, aguas de la planta compacta de lodos activados y aguas lluvias recogidas alrededor del área de equipos, estas aguas son llevadas por canales y antes de ser bombeadas al tanque de tratamiento son recibidas por el desarenador-skimmer o trampa de grasas.

El tratamiento de las aguas residuales industriales se realizará en el segundo tanque mediante los siguientes procesos dependiendo del tipo de lodo a utilizar: separación de sustancias aceitosas, floculación, coagulación, sedimentación, aireación, ajuste de pH y desinfección, esto con el fin de reducir el contenido de aceites y grasas y sólidos.

- **Residuos líquidos aceitosos.** El aceite usado se almacenará en canecas de 55 galones y será almacenado temporalmente por el contratista de perforación, en el área de taller, para ser llevado a un sitio autorizado para su disposición.

El aceite recuperado del skimmer / trampa de grasas se almacenará en canecas de 55 galones para posteriormente ser entregado a empresas que cuenten con los permisos ambientales vigentes.

Para las aguas generadas en el lavado de equipos y herramientas de perforación, se utilizó una red de drenaje constituida por cárcamos, cunetas y tubería, con el fin de conducir las desde su sitio de generación hasta un skimmer y así remover las películas eventuales de grasas, aceites y combustibles que pueden transportar. Las cunetas se conectan al sistema de tratamiento de aguas industriales, donde fueron tratadas hasta cumplir con la normativa vigente aplicable a la fecha del vertido (decreto 1594 del 1984 y decreto 3930 de 2010).

- **Aguas Lluvias no contaminadas.** Las aguas lluvias no contaminadas, que caigan sobre el área de la plataforma de perforación fueron recolectadas mediante un sistema de canales o cunetas perimetrales en concreto alrededor de la locación. Las cunetas estuvieron conectadas a un desarenador - skimmer construido al final de las mismas, para luego entregar las aguas al medio natural.
- **Aguas lluvia contaminadas.** Las aguas lluvias contaminadas que caigan sobre áreas circundantes al taladro, áreas de almacenamiento y aprovisionamiento de combustibles, áreas de operación de la planta de generación eléctrica, áreas de tanques de almacenamiento, sistemas de tratamiento aguas industriales y planta de tratamiento de aguas negras, se manejarán mediante redes independientes de recolección, principalmente cunetas perimetrales a las áreas generadoras, las cuales conducirán el agua al skimmer para la separación de grasas y de este al tanque de tratamiento de aguas industriales para el tratamiento y adecuación de parámetros de disposición final.

**3.2.2 Índice de Calidad del Agua.** El índice de calidad de agua se determina a partir de la ponderación de la importancia relativa de cada uno de los siguientes parámetros que se relacionan en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Importancia relativa de cada parámetro en la calidad del agua.

Parámetro	Peso relativo
Coliformes Fecales (en NMP/100mL)	0,15
pH (en Unidades de pH)	0,12
Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO <sub>5</sub> en mg/L)	0,1
Nitratos (NO <sub>3</sub> en mg/L)	0,1
Fosfatos (PO <sub>4</sub> en mg/L)	0,1
Cambio de Temperatura (en °C)	0,1
Turbidez (en UNT)	0,08
Sólidos Disueltos Totales (en mg/L)	0,08
Oxígeno Disuelto (OD en % saturación)	0,17
<b>Total</b>	<b>1,00</b>

**Fuente:** Metcalf & Eddy (1988).

El ICA arroja como resultado un valor localizado en una escala de 1 a 100 donde 100 corresponde a las condiciones óptimas del recurso (Ver Tabla 9), este valor va disminuyendo con el aumento de la contaminación del cuerpo de agua en estudio.

**Tabla 9.** Clasificación ICA.

CALIDAD DE AGUA	VALOR	COLOR
Excelente	91 a 100	Blue
Buena	71 a 90	Green
Regular	51 a 70	Yellow
Mala	26 a 50	Red
Pésima	0 a 25	Grey

**Fuente:** ICA

Los resultados obtenidos en cuanto a índice de calidad del agua tanto en el punto de vertimiento como 100 m aguas arriba y 100 metros aguas abajo del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P, así como su análisis según la normatividad vigente, se presentan en el Anexo B.

### 3.2.3 Caracterización de la zona de vertimiento.

**3.2.3.1 Infiltración sobre el Terreno.** Se denomina capacidad de infiltración a la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto.

Teniendo en cuenta las actividades desarrolladas en los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P, se contempla la disposición de aguas residuales por sistemas de aspersión, para lo cual fue necesaria la realización de pruebas de infiltración que ayuden a determinar si las áreas propuestas son apropiadas para el desarrollo de dicha actividad.

La tasa de infiltración puede ser expresada en min/2,5cm, la cual es equivalente a min/pulgada. Los criterios para determinar si la tasa de absorción del terreno es adecuada se presentan a continuación en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Tasa De Absorción

TIEMPO REQUERIDO PARA QUE EL AGUA BAJE 2,5CM (min)	TASA DE ABSORCIÓN (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *día)	ABSORCIÓN DEL TERENO
<1	0,16	RÁPIDA
2	0,13	
3	0,11	
4	0,101	MEDIA
5	0,089	
10	0,066	LENTA
15	0,054	
30	0,035	
45	0,026	TERRENO SEMIPERMEABLE
50	0,023	
> 60	0,023	

**Fuente:** Manual de Normas Técnicas, CDMB – Bucaramanga.

Los resultados de las pruebas de infiltración que se realizaron en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P, que ayudaron a determinar el punto óptimo para el vertimiento en la zona de mayor absorción, se presentan en el Anexo C.

Siguiendo entonces los resultados de la prueba de infiltración escogida se realiza el diseño del sistema de aspersión, el cual se presenta a continuación.

**3.2.3.2 Diseño del sistema de aspersión para el vertimiento.** El diseño del sistema de aspersión se desarrolla teniendo en cuenta las características climatológicas, hidráulicas, topográficas y la cantidad de agua a disponer. Con este método el agua se aplica al suelo en forma de lluvia utilizando unos dispositivos de emisión de agua, denominados aspersores, que generan un chorro de agua pulverizada en gotas.

El agua llega a los aspersores a través de una red de tuberías cuya complejidad y longitud depende de la dimensión y configuración del área a regar. Por lo tanto es indispensable contar con un sistema de bombeo que permita mantener la presión deseada. Los aspersores se disponen de forma que se humedezca la superficie del suelo, lo más homogéneamente posible.

Un sistema de riego bien diseñado puede cumplir diferentes tareas, en el caso agronómico puede mejorar la producción agrícola y representar una mayor utilidad en las cosechas. Pero lo que se pretende con este tipo de sistema de riego es disponer la mayor cantidad de agua tratada para ser infiltrada por el suelo.

- **Diseño Agronómico.**

**Características del agua a regar.** El agua a regar proviene de las actividades de perforación después de ser tratada en las respectivas piscinas o tanques y que cumplan con los parámetros físicos y químicos establecidos en la normativa

vigente aplicable a la fecha del vertido (decreto 1594 del 1984 y decreto 3930 de 2010).

**Descripción del emisor.** Tipo De Emisor: Dentro de la línea comercial de emisores se pueden encontrar una gran variedad de aspersores de características muy disímiles, metálicos, plásticos, de bajo caudal, alto caudal, de gotas variables. Sin embargo, se recomienda la línea Naan-Dan por ser una marca reconocida en sistemas de aspersión, de fácil consecución en el mercado nacional y de alta calidad. Dentro de las bondades del aspersor se tienen:

- ✓ Caudal uniforme y constante, poco sensible a las variaciones de presión.
- ✓ Poca variabilidad a las obturaciones.
- ✓ Elevada uniformidad de fabricación.
- ✓ Resistencia a la agresividad química y ambiental, así como a las operaciones agrícolas.
- ✓ Bajo costo.
- ✓ Estabilidad de la relación Caudal-presión a lo largo del tiempo.
- ✓ Poca sensibilidad a los cambios de temperatura.
- ✓ Reducida pérdida de carga en el sistema de conexión.
- ✓ Resistencia al ataque de insectos y roedores.

**Caudal de emisor:** El aspersor utilizado en el campo de aspersión del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P, posee un caudal de 0,55m<sup>3</sup>/h.

**Disposición de los emisores:** El distanciamiento recomendado por el fabricante se encuentra entre 12 y 18m, de acuerdo al tipo de cultivo y cantidad de lámina a disponer. Para este proyecto se recomienda una disposición a tresbolillo (en triangulo), con un distanciamiento entre líneas de 15,15m y entre aspersores de 17,5m.

**Lluvia Efectiva.** La lluvia efectiva es la que el aspersor deposita en el terreno sin que ésta lo sature formando charcos y genere escorrentía superficial. Esta debe ser inferior a la infiltración obtenida, la cual tiene un valor de 29,2 cm/h (ver Anexo 3, prueba de infiltración No. 3).

**Vegetación de la Zona a Regar.** La vegetación existente en la zona de riego es de potreros con árboles dispersos.

**Coefficiente del Cultivo.** Según las condiciones naturales de humedad relativa (>70%) y velocidad de viento (0-5m/s) el coeficiente promedio para planificación de proyectos es de 1.1. Este coeficiente indica la relación entre el uso consultivo de la especie predominante y un cultivo de pasto estándar 5,5cm/día diarios de agua, (FAO 2003).

- **Diseño Hidráulico**

El principal objetivo de este ítem es establecer los parámetros hidráulicos para el diseño del sistema de riego por aspersión del Pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Precipitación Media.** La precipitación media de riego para este arreglo se calculó con base en la siguiente correlación:

$$P_m = \frac{Q_n * 3600}{D_L * D_A} \quad (5)$$

Donde,

$P_m$  = Precipitación media de riego (mm/h).

$Q_n$  = Caudal nominal de riego (L/s).

$D_L$  = Distanciamiento entre laterales = 15.15 m.

$D_A$  = Distanciamiento entre aspersores = 17.5 m.

$$Q_n = \frac{0.55m^3}{h} * \frac{1000L}{1m^3} * \frac{1h}{3600 S} = 0.153L/s$$

$$P_m = \frac{0,153 * 3600}{15,15 * 17,5} = 2,0775 \text{ mm/h}$$

La precipitación media a disponer por el campo de aspersión es de 2,07mm/h. Esta tasa de infiltración es baja comparada con la tasa de infiltración de la zona, la cual tiene un valor de 2920mm/h.

**Balance hídrico para la operación del sistema de riego.** El balance hídrico para el sistema de riego se calcula para verificar si en condiciones extremas, el campo de aspersión funciona sin detrimento del suelo y no produce inundación, ni escurrimiento superficial.

Las condiciones críticas a evaluar son: cero evapotranspiración (pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación), si la intensidad de lluvias es tal que ocurra escorrentía con un tiempo de concentración de diseño de lluvia igual a la duración del aguacero crítico, y operación normal del sistema de aspersión, el suelo debe tener la capacidad de seguir infiltrando el agua.

**Tiempo de Concentración.** Es el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice, luego de la ocurrencia de una precipitación en un punto distante de la cuenca. El cálculo del tiempo de concentración ( $T_C$ ), conforme a la ecuación de Kirpich es el siguiente:

$$T_C = 0,01947 * L^{0,77} * P^{-0,385} \quad (6)$$

Dónde:

$T_C$  = Tiempo de concentración, min.

$L$  = Longitud de la corriente, equivalente a la longitud hidrológicamente más desfavorable a lo ancho del lote, equivalente a 100 m.

$P$  = Pendiente promedio, equivalente a 7.5%

$$T_C = 0.01947 \times 100^{0.77} \times 0.075^{-0.385}$$

$$T_C = 1.83 \text{ min}$$

Para este tiempo de concentración de lluvia se estimó el nivel máximo de lluvia mensual que se puede presentar en promedio por día que es de 32,6mm/día, con un período de retorno de 5 años y un aguacero de 60 minutos, la intensidad media se puede calcular con la siguiente correlación:

$$I_m = \frac{P_{m\acute{a}x} * T_C^{0,186}}{(T_{Estimado} + 10)^{0,65}} \quad (7)$$

Donde,

$I_m$  = Intensidad media del aguacero crítico, mm/h.

$P_{m\acute{a}x}$  = Precipitación máxima en el mes más lluvioso, mm/día.

$T_C$  = Tiempo de concentración, min.

$T_{Estimado}$  = Tiempo máximo estimado del aguacero de diseño, min.

$$I_m = \frac{32,6 * 1,83^{0,186}}{(60 + 10)^{0,651}} = 2,295486 \text{ mm/h}$$

A continuación se calcula la precipitación total, siendo la suma de la intensidad media del aguacero crítico y la irrigación promedia de riego:

$$P_t = I_m + P_m \quad (8)$$

Dónde,

$P_t$  = Precipitación total, mm/h.

$I_m$  = Intensidad media del aguacero crítico, mm/h.

$P_m$  = Precipitación media de riego, mm/h.

$$P_t = 2,295486 + 2,07$$

$$P_t = 4,7516 \text{ mm/h}$$

Si se compara la precipitación total con la infiltración básica obtenida en el campo de aspersión (2920mm/h), se puede concluir que no existirá escorrentía superficial directa.

**Área a irrigar.** El área a regar se definió teniendo en cuenta la cantidad de agua que producirá el proyecto (2,3 L/s para el caso del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P). El factor más importante desde el punto de vista hidráulico es la infiltración básica, de esta se obtiene el periodo de no encharcamiento y las dimensiones del campo a regar.

**Estimación teórica de volumen de agua a infiltrar.** Teóricamente se puede estimar la cantidad de agua a infiltrar mediante la siguiente correlación, ya que hasta este punto se poseen todos los datos necesarios para ello. Esta estimación se realiza teniendo en cuenta los datos de infiltración (29,2 cm/h), el área del campo de aspersión (100mx100m = 10.000m<sup>2</sup>) y las horas promedio de riego (8 horas), para este caso los del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

$$V_T = 0,01 * I_{Zona} * A * t_r \quad (9)$$

Donde,

$V_T$  = volumen de agua teórico que recibe el suelo,  $m^3/dia$ .

$I_{zona}$  = infiltración de la zona de estudio, cm/h.

$A$  = área del campo de aspersión,  $m^2$ .

$t_r$  = tiempo promedio de riego al día, h.

Este cálculo toma en cuenta parámetros ideales de campo de acuerdo a los datos arrojados por las pruebas de infiltración, es necesario que se tenga en cuenta que la naturaleza de un suelo lo hace totalmente cambiante y que por ello en ninguna circunstancia se debe tomar el dato como ideal, es decir para el vertimiento se deben hacer correcciones y monitoreos constantes a los suelos para evitar los encharcamientos y escorrentías superficiales, pues este fenómeno está ligado a las condiciones climáticas del sitio, las cuales pueden cambiar de un día para otro.

Para el dato final presentado es recomendable buscar un factor multiplicador ( $fm$ ) que está entre 0,3 y 0,7 de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona, este hecho implica la multiplicación por un  $fm$  de 0,3 en condiciones de alta pluviosidad y un  $fm$  de 0,7 en condiciones de baja o nula pluviosidad (Ver Tablas 11 y 12).

$$V_T = 0,01 * I_{zona} * A * t_r * fm$$

**Tabla 11.** Volumen de agua teórico que recibe el suelo.

Lámina de agua en m/h/m <sup>2</sup>	Volumen de agua (m <sup>3</sup> / ha)	Volumen de agua en m <sup>3</sup> /día
0,292	2.920	23.360

**Fuente:** Evaluación de Impacto Ambiental para la perforación de pozo stratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P. Uso, Aprovechamiento o Afectación de los Recursos Naturales. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Abril de 2011.

**Tabla 12.** Volumen en condiciones de alta pluviosidad ( $f_m=0,3$ ).

Lámina de agua en $m/h/m^2$	Volumen de agua ( $m^3/ha$ )	Volumen de agua en $m^3/día$
0,292	876	7.008

**Fuente:** Evaluación de Impacto Ambiental para la perforación de pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P. Uso, Aprovechamiento o Afectación de los Recursos Naturales. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Abril de 2011.

De acuerdo con este cálculo en una hectárea, pueden disponerse máximo  $7.008m^3/día$  de agua, lo cual es favorable teniendo en cuenta el área a utilizar para esta actividad es de  $10.000m^2$  y caudal de vertimiento necesario para el proyecto es de 2,3 l/s.

Igualmente la aspersion debe hacerse de una forma uniforme en la totalidad del área del campo de aspersion ya que de no ser así habrá lugares donde se presenten escorrentías superficiales.

Con base al caudal de emisión de cada aspersor ( $0,55 m^3/h$ ) y el caudal a verter (2,3 l/s), se calculó el número de aspersores necesarios para realizar dicha disposición (la cual es la condición máxima que se puede presentar en caso de utilizar únicamente esta alternativa de vertimiento), arrojando como resultado un total de 15 unidades. No obstante, con el fin de optimizar la disposición y teniendo en cuenta que también se tiene como alternativa el vertimiento sobre el estero Aguacatico se podrá hacer uso de una cantidad menor de aspersores y completar el caudal a disponer con la otra alternativa aprobada, por lo tanto en la Tabla 13 se presenta como se podría realizar dicha combinación.

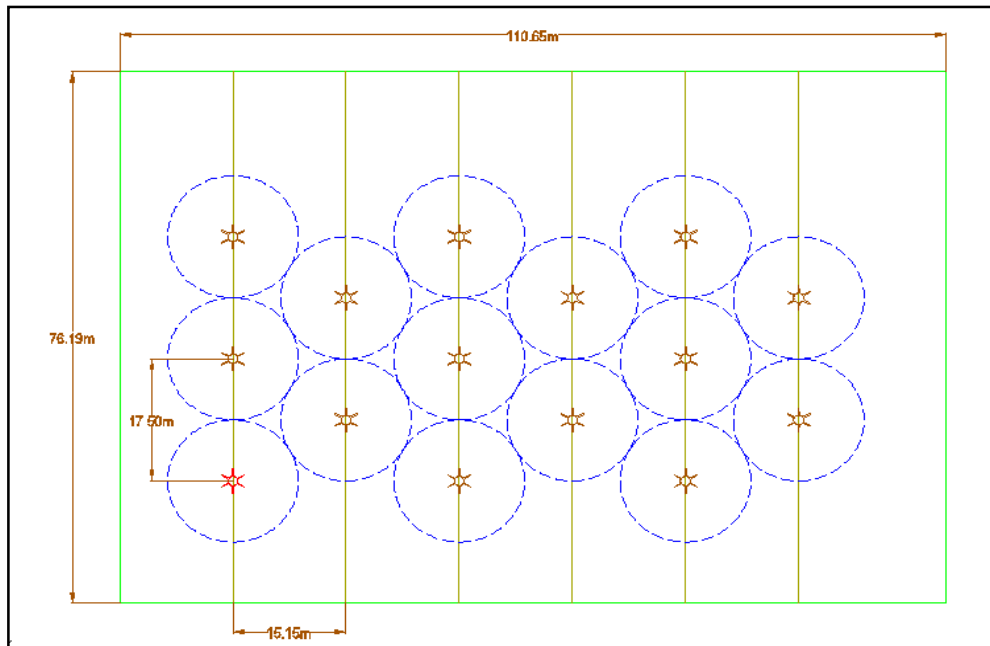
**Tabla 13.** Caudal de vertimiento combinando las dos alternativas.

Número de aspersores	Caudal de emisión aspersores (lps)	Combinando con riego en vías (lps)	Total (lps)
1	0,1527	2,1473	2,3
2	0,3055	1,9945	
3	0,4583	1,8417	
4	0,6111	1,6889	
5	0,7638	1,5362	
6	0,9166	1,3834	
7	1,0694	1,2306	
8	1,2222	1,0778	
9	1,3749	0,9251	
10	1,5277	0,7723	
11	1,6805	0,6195	
12	1,8333	0,4667	
13	1,9861	0,3139	
14	2,1388	0,1612	
15	2,2915	0,0085	

**Fuente:** Uso y Aprovechamiento de los Recursos Naturales ANH-BVTURA-1-ST-P.

En la Figura 5 se presenta la ubicación de los 15 aspersores (condición máxima) para el campo de aspersion que se adecuó en un predio contiguo a la locación del pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P, sin embargo tal y como se mencionó dicha cantidad puede disminuir en caso de combinar las dos alternativas de vertimiento propuestas.

**Figura 5.** Campo de infiltración para el pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.



**Fuente:** Uso y Aprovechamiento de los Recursos Naturales ANH-BVTURA-1-ST-P.

**3.2.4 Impactos Ambientales Previsibles.** Los impactos previsibles resultantes de la disposición de aguas residuales industriales y domésticas tratadas se refieren a la alteración de las características fisicoquímicas y bacteriológicas del suelo y de las aguas subterráneas y superficiales que puedan entrar en contacto con éstas.

Sin embargo, la implementación de las medidas de manejo ambiental para residuos líquidos y los monitoreos fisicoquímicos periódicos asegurarán la calidad de los vertimientos y el cumplimiento de los rangos establecidos en la normativa vigente aplicable a la fecha del vertido (decreto 1594 del 1984 y decreto 3930 de 2010), lo cual disminuye los potenciales efectos adversos del vertimiento.

### 3.3 CÁLCULO DE NECESIDADES DE AGUA

**3.3.1 Cálculo de necesidades de agua para consumo doméstico.** Para la perforación de los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P, se estimó una población de 100 personas laborando veinte cuatro (24) horas en turnos y pernoctando en las instalaciones.

Para el cálculo del caudal medio de consumo de aguas domésticas se tienen en cuenta las necesidades derivadas de los sectores de baños de dormitorios, baños de zona de trabajo, cocina, lavandería y casino en general. La distribución estimada del consumo se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Consumo de aguas domesticas en campamento.

\*Asumiendo un factor del 20%.

Origen del consumo	Caudal (L/d) persona	No. Personas	Caudal Consumo promedio diario (L/d)	Caudal Consumo máximo diario* (L/d)	Caudal consumo máximo (L/s)
Campamentos con instalaciones sanitarias completas	150	100	15.000	18.000	0,208

**Fuente:** Uso y Aprovechamiento de los Recursos Naturales ANH-BVTURA-1-ST-P.

**3.3.2 Cálculo de necesidades de agua para consumo Industrial.** De acuerdo al plan de obra, para el pozo ANH-PATIA-1-ST-P el volumen de los lodos a tratar provenientes de la perforación se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Volumen total de lodos de perforación generados en la perforación del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

Volumen de lodo para llenar el hueco abierto			
Profundidad sección (ft)		Diámetro (in)	Volumen teórico (Bbls/día)
0	1.000,00	26,00	657
1.000,00	6.000,00	17,50	1.488
6.000,00	9.000,00	12,25	437
9.000,00	12.100,00	8,50	218
Subtotal 1		2.799 Bbls/día	
Volumen de Lodo de descarte			
Dilución		0,15 Bbl/ft	1.815
Desplazamiento 5000 ft		Bbls	2.144
Flocs y sedimento		Bbls	3.300
Cementaciones		Bbls	350
Fluidos con sólidos del 2 - 3%		Bbls	5.500
Drenaje de piscina cortes		Bbls	9.900
Subtotal 2		23.009 Bbls/día	
<b>Volumen Total Lodos (Sub. 1 + Sub. 2)</b>		<b>25.808 Bbls/día</b>	

**Fuente:** Uso y Aprovechamiento de los Recursos Naturales ANH-BVTURA-1-ST-P.

Para el caso del pozo ANH-PATIA-1-ST-P se estimó ejecutarse en ciento diez (110) días la operación de perforación, por lo cual el volumen de producción de aguas industriales es de 235 Bbls/día, equivalentes a 9.870 galones/día (1 US Bbl = 42 gal), equivalente a 37.301 litros/día (1 US GAL =3,78528 L), equivalente a 0,43 L/s, ver Tabla 16.

**Tabla 16.** Caudal de vertimiento de aguas industriales expresado en L/día y en L/s.

Volumen día (Bbls)	Volumen día (L)	Caudal (L/día)	Caudal (L /s*día)	Caudal (L/s) periodo 4 hr
235	9.854	37.301	0,4	2,5

**Fuente:** Uso y Aprovechamiento de los Recursos Naturales ANH-PATIA-1-ST-P.

La descarga se realizó mediante el método de aspersion en zona de nebulización y riego en vías mediante el uso de carro tanque, este vertimiento se hizo en esta forma si las condiciones climáticas lo permitieron (Tiempo seco). El volumen del lodo para llenar el hueco abierto, se puede calcular mediante las siguientes ecuaciones:

$$V = Cap_{tub} * h \quad (10)$$

$$Cap_{tub} = \frac{D^2}{1029,4905} \quad (11)$$

Donde,

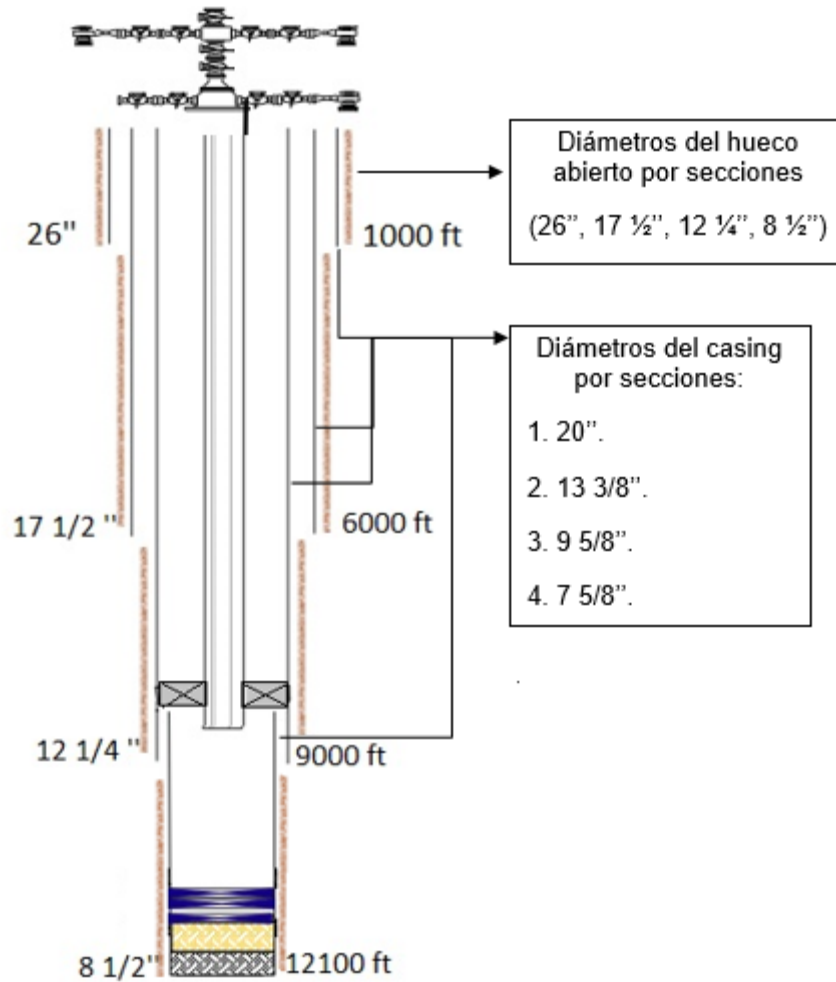
$Cap_{tub}$  = Capacidad volumétrica de la sección, Bbl/ft.

$D$  = Diámetro del hueco abierto de la sección, in.

$V$  = volumen de la sección, Bbls.

$h$  = profundidad de la sección, ft.

**Figura 6.** Esquema del estado mecánico del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.



El cálculo del volumen de lodo a utilizar se realizó con el diámetro del hueco abierto y adicionalmente se tienen en cuenta las posibles pérdidas que se puedan llegar a presentar durante la perforación (Ver Tabla 15).

### **3.4 ACTIVIDADES GENERADORAS DE RESIDUOS DURANTE LA PERFORACIÓN**

Para identificar las actividades generadoras de residuos, se clasificarán de la siguiente forma: residuos domésticos (sólidos y líquidos), residuos industriales (sólidos y líquidos) incluidos los residuos líquidos aceitosos.

#### **3.4.1 Residuos domésticos.**

- **Residuos sólidos domésticos.** A esta categoría pertenecen los desechos provenientes de actividades como el funcionamiento de la oficina, higiene personal, alimentación del personal que labora en el área, etc. Dentro de estos residuos se encuentran: cartón, vidrio, desechos de comida, papel, aluminio.
- **Residuos líquidos domésticos.** Los residuos pertenecientes a esta clase son las aguas negras y grises provenientes del funcionamiento de los servicios sanitarios y las actividades de limpieza del personal.

#### **3.4.2 Residuos industriales.**

- **Residuos sólidos industriales.** Se consideran residuos de este tipo los cortes o ripios de perforación originados en la separación del equipo de control de sólidos, los desechos o sobrantes de cemento producto de las cementaciones, chatarra, madera, filtros, accesorios inservibles, empaques y otros originados en el mantenimiento de maquinaria y equipos.

- **Residuos líquidos industriales.** Se consideran dentro de esta categoría a los lodos de desecho generados en la perforación y las aguas con trazas de aceite originadas en el lavado de maquinaria y equipos. También las aguas de escorrentía que se acumulan en los canales internos de la locación. Además, los residuos líquidos aceitosos generados en las labores de cambio de aceite de maquinaria y equipos.

## **4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

El objetivo de este capítulo es suministrar la información necesaria para la obtención del permiso de vertimientos de las aguas residuales producto de las actividades que se realizarán durante la perforación de un pozo estratigráfico, así como también evaluar y analizar los impactos que se puedan generar por su desarrollo y así proponer las respectivas medidas de manejo para prevenir, manejar, controlar y/o compensar dichos impactos en los componentes físico, biótico y social. El desarrollo de este capítulo está basado en el Estudio de Impacto Ambiental de proyecto de perforación exploratoria de hidrocarburos de los pozos estratigráficos ANH-PATIA-1-ST-P y ANH-BVTURA-1-ST-P.

### **4.1 GENERALIDADES**

El vertimiento de las aguas residuales domésticas se presentó del siguiente modo:

- Las aguas grises se condujeron a la trampa de grasas y posteriormente al tanque de almacenamiento de las aguas residuales industriales del pozo.
- Las aguas residuales domésticas se condujeron a una planta de tratamiento Red Fox y finalmente fueron vertidas mediante un sistema de aspersion en un campo previamente acondicionado contiguo a la locación.

La perforación de los pozos estratigráficos ANH-PATIA-1-ST-P y ANH-BVTURA-1-ST-P, fue unidireccional empleando lodos base agua, durante esta actividad se generaron aguas residuales industriales provenientes del tratamiento y estabilización de los lodos utilizados para la estabilización del pozo, así como los lodos de la perforación del material que se excava en la conformación del pozo.

Los lodos provenientes de la perforación, se trataron en tanques portátiles o piscinas para posteriormente ser vertidas mediante un sistema de aspersión sobre campos de infiltración ubicados en predios contiguos a la locación de los pozos.

El vertimiento de las aguas residuales para el caso del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P fue mediante el método de aspersión y/o sobre el estero Aguacatico en el punto de vertimiento ubicado en las coordenadas **E: 1.007.564, N: 922.585**, en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P de igual manera se realizó en un campo de infiltración contiguo a la locación, con la alternativa adicional de aspersión mediante carro tanque.

## **4.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Las aguas residuales domésticas a generarse en un pozo, principalmente provienen del campamento donde se encuentran las oficinas, dormitorios con baños, cocina, lavandería y baños en zona de trabajo, las cuales se trataron de la siguiente manera:

**4.2.1 Aguas Grises.** Las aguas residuales provenientes de duchas, lavamanos, lava platos y lavaderos de ropa, fueron recolectadas por un sistema de conducción independiente, pasaron por trampas de grasas en donde tuvieron un proceso de remoción de grasas y aceites, posteriormente fueron conducidas a un tanque para el control de la calidad de vertimiento junto con las aguas negras tratadas de la Red Fox.

**4.2.2 Aguas Negras.** La red de aguas negras se construye en tubería de PVC hasta la planta de tratamiento compacta de lodos activados tipo “Red Fox” (Ver figura 7), allí estas aguas fueron tratadas para efectuar una remoción de carga mínima del 80%, para posteriormente pasar a la unidad de tratamiento donde se realizó su desinfección.

El efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas fue conducido al tanque o piscina de tratamiento, en donde se terminaron de ajustar sus parámetros fisicoquímicos de acuerdo a la normativa vigente aplicable a la fecha del vertido<sup>9</sup>.

**4.2.3 Aguas Lluvias.** Las aguas lluvias y aguas de escorrentía se recolectaron mediante canaletas perimetrales y se descargaron en los drenajes naturales del terreno adyacente. Adicionalmente se mantuvieron separadas del sistema de tratamiento de aguas grises y domésticas.

**4.2.4 Planta de Lodos Activados “Red Fox”.** Las plantas portátiles de tratamiento de aguas residuales domésticas comúnmente más utilizadas son las llamadas “Red Fox” o PTAR<sup>10</sup> (Ver Figura 7). Funcionan bajo la tecnología de lodos activados, que consiste en un tratamiento biológico en el que se ponen en contacto las aguas residuales con bacterias que se alimentan de residuos orgánicos en presencia de oxígeno.

El agua residual que entra al sistema se mezcla con lodo activado, que mediante el uso de microorganismos aeróbicos ayuda a degradar la materia orgánica presente en las aguas residuales. La mezcla se airea permitiendo el paso de burbujas de aire, de esta manera se ocasionan diferentes reacciones de oxidación, las cuales remueven los compuestos orgánicos del agua residual. El efluente de la planta de tratamiento de aguas domésticas es enviado al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales.

---

<sup>9</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 1594 (26, Junio, 1984), Decreto 3930 (25, Octubre, 2010). Uso del agua y residuos líquidos. Bogotá, D.C.

<sup>10</sup> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

**Figura 7.** Vista lateral de la planta “PTAR”.



**Fuente:** SERVIPETROL.

La planta está diseñada para recuperar los afluentes contaminados, estabilizarlos y entregarlos cumpliendo con las normas exigidas por entidades tales como: el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud y Corporaciones Autónomas Regionales entre otras.

#### **4.2.4.1 Parámetros de diseño de la planta de tratamiento “PTAR”.**

El proceso biológico que allí sucede, requiere un ambiente apropiado para la vida de los microorganismos, que asegure la disponibilidad de una adecuada población microbiana que se alimente de la materia orgánica degradable presente en el agua residual. Un suministro adecuado de oxígeno es también esencial. Si se dan las condiciones de operación apropiadas, el sistema de tratamiento convertirá el agua residual aplicada en un efluente que tenga las condiciones deseadas. En la Tabla 17 se muestran los parámetros de diseño de la planta de tratamiento “PTAR”.

**Tabla 17.** Parámetros de diseño de la planta de tratamiento compacta que se utilizó en el pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.

PARÁMETRO	VALOR
Capacidad	2.136 l/s = 812.16 gal/día
Población estimada (personas)	100
Tiempo de detención hidráulica	18-24 horas
Relación alimento/microorganismos	0,05 – 0,15 $d^{-1}$ ( $d^{-1}$ = días)
Tiempo de retención de sólidos	20 – 40 días
Concentración de sólidos suspendidos del licor mezclador SSML	3000 – 5000 mg/l
Modo de Operación	Mezcla completa
Tiempo de aireación	Aire comprimido o aireación superficial
Diseño de sedimentador	No mecanizado, diseño con base en SSLM

**Fuente:** Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales ANH-BVTURA-1-ST-P.

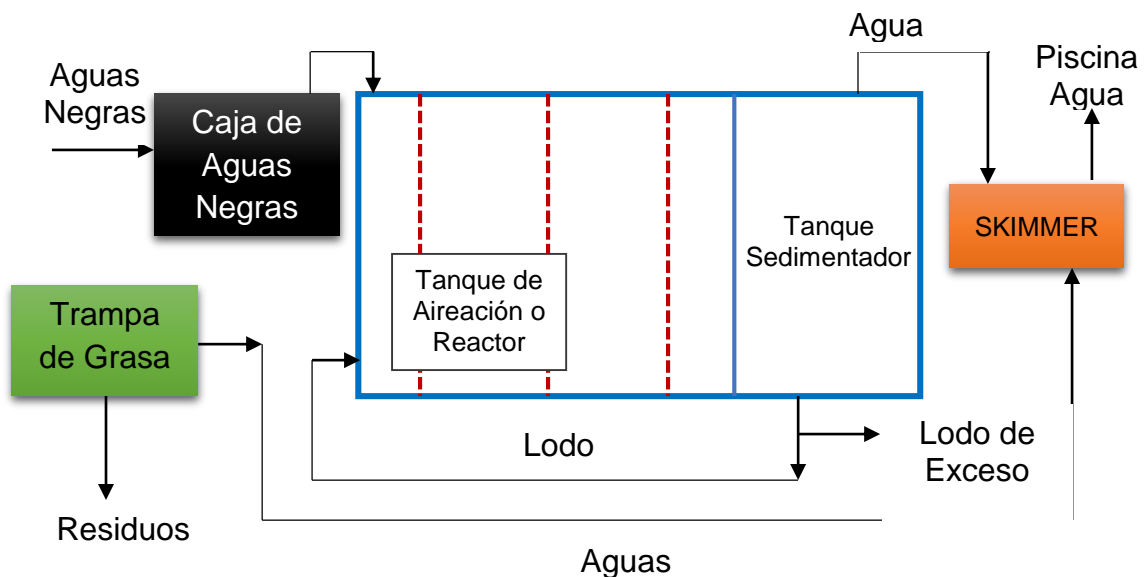
**4.2.4.2 Componentes del sistema de tratamiento.** El proceso de tratamiento biológico mencionado para el tratamiento de aguas residuales, costa de cuatro etapas (Ver Figuras 8 y 9) para que pueda darse por completo, las cuales se explican a continuación.

- a) **Coagulación - floculación.** En esta etapa las bacterias utilizarán el oxígeno suministrado artificialmente para desdoblar los compuestos orgánicos que a su vez son utilizados para su crecimiento. A medida que los microorganismos crezcan y sean mezclados en el tanque de aireación (reactor), se aglutinarán y formarán una masa activa de microorganismos llamada “lodo activado”. La mezcla de lodo activado y aguas residuales en el tanque de aireación, llamada licor mezclado, fluirá a un tanque en donde se sedimentan los lodos.
- b) **Sedimentación.** Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. Los tanques son lo suficientemente grandes, para que los sólidos fecales puedan situarse y los materiales flotantes como grasa y plásticos puedan levantarse hacia la

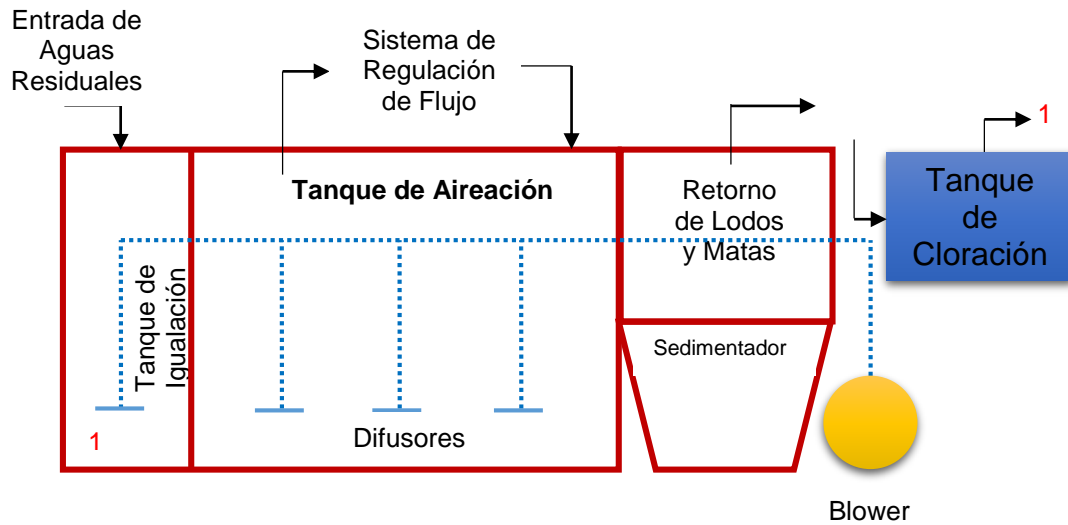
superficie y desnatarse. El propósito principal de la etapa primaria es producir generalmente un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y unos fangos o lodos que puede ser tratados por separado.

- c) **Aireación.** La etapa de aireación tiene dos funciones primordiales en el proceso que son, primero reducir por oxidación la demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) y la segunda es ayudar a remover el gas disuelto en el agua.
- d) **Desinfección.** En la etapa de desinfección, mediante la adición de productos químicos como biocidas e hipoclorito, se asegura la desaparición de microorganismos patógenos, que de continuar al sistema de vertimiento causarían problemas de salud entre la población que se sirve de aguas y tierras en los alrededores.

Figura 8. Esquema de funcionamiento de la planta "PTAR".



**Figura 9.** Diagrama de flujo de funcionamiento de una planta “PTAR”.



**4.2.4.3 Dimensiones de la planta “PTAR”.** En la tabla 18 se muestran las dimensiones de la planta de tratamiento utilizada en el pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla 18.** Dimensiones de la planta de tratamiento de aguas residuales utilizada en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

DIMENSIONES	
Longitud (m)	6.00
Ancho (m)	3.0
Altura (m)	2.40
Volumen ( $m^3$ )	36.00

Fuente: SERVIPETROL.

**4.2.4.4 Especificaciones técnicas.** En la tabla 19 se muestran las especificaciones técnicas de la planta “PTAR” que se utilizó en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla 19.** Especificaciones técnicas eléctricas de la planta RedFox utilizada en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

PROPIEDAD	VALOR
<b>Voltaje</b>	220 voltios - Tres líneas
<b>Amperaje máximo de consumo</b>	28 amperios
<b>Equipo eléctrico</b>	Un Tablero trifásico de 12 puestos. Un tablero de control de bomba y control de blower. Dos contactores de 220 Voltios de 40 amperios cada uno. Un timer de 220 voltios 16 amperios. Un flotador de 220 voltios. Un plug de 32 amperios. Dos cortacircuitos de 30 / 30. Un cortacircuito de 10 / 20. Un cortacircuito de 10 / 15. 10 metros de cable encauchetado (4 x 10) y (2 x 16) awg.

**Fuente:** SERVIPETROL.

**4.2.4.5 Equipos anexos.** En la tabla 20 se muestran los equipos anexos que se utilizaron en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla 20.** Especificaciones técnicas de los equipos anexos utilizados en el pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

EQUIPO	CANTIDAD
Electro bomba de succión del pozo séptico a la planta de tratamiento.	1
Caja de captación de aguas (PUNTO DE BOMBEO).	1
Electro bomba de succión del pozo séptico a la planta de tratamiento de 2 ó 1.5 HP.	1
Blower con motor de 5 HP a 1700 Rpm.	1
Tablero de 12 puestos.	1
Tablero de control pequeño.	1
Flotador.	1
Plug de 32 Amp.	1
Toma doble.	1
Interruptor.	1
Plafón.	1
Caja de captación de aguas.	1
Polines.	3

**Fuente:** SERVIPETROL.

**4.2.5 Trampa de Grasas.** Las aguas grises y negras se recolectarán en forma separada. Las aguas grises provenientes del casino, lavandería y baños, son conducidas al sistema de trampa de grasas y luego al tanque o piscina de recibo de tratamiento de aguas industriales donde se someten a procesos de tratamiento físico - químicos por la compañía especializada. Las trampas de grasas estarán provistas de mínimo dos compartimentos y podrán ser hechas en lámina (del tipo portátil) o construidas in situ en mampostería. La finalidad es la remoción de material graso, Dimensión Trampa de grasa 1 x 1 x 1,20 mts de Profundidad.

**4.2.5.1 Mantenimiento.** Las trampas de grasas deben limpiarse permanentemente por parte del técnico ambiental o personal de patio. Las grasas retiradas de las trampas deben ser recogidas, y dispuestas en la piscina de cortes para su estabilización por la compañía encargada.

#### **4.2.6 Manual de Funcionamiento del Equipo.**

##### **4.2.6.1 Instalación de la Electrobomba.**

- ✓ Conexión del cable encauchetado a electrobomba y flotador y al respectivo contactor.
- ✓ Conexión de mangueras de 3 pulgadas.
- ✓ Conexión e instalación de electrobomba (insertar bomba en caja de captación de aguas e insertar flotador en la caja).
- ✓ Accionar corta circuito para uso de la bomba.

##### **4.2.6.2 Instalación del Blower.**

- ✓ Conectar motor del blower al contactor respectivo.
- ✓ Conexión de mangueras del blower hacia la planta para la aireación (empalmes de accesorios de tubería galvanizada de 2 “).

#### **4.2.6.3 Instalación de la Planta.**

- ✓ Conectar cable encauchetado 4 x 8 a un plug de 32 amperios macho.
- ✓ Conexión a plug hembra de 32 amperios.
- ✓ Activar cortacircuito.
- ✓ Colocar el respectivo polo a tierra.

**4.2.6.4 Instrucciones de manejo.** La operación de la planta debe ser dirigida por un operador idóneo que conozca a fondo el proceso que se lleva a cabo en el tratamiento de las aguas residuales domésticas y el uso de las enzimas para cultivo de bacterias. Las aguas grises (agua con jabones y cloro) no se deben verter a la planta de tratamiento con el fin de adecuarle un buen funcionamiento. Se recomienda para este tipo de aguas, hacer un vertimiento aparte.

El Timer se programa a un horario de trabajo, por ende el funcionamiento del Blower deberá ser el mismo. Si se conecta en horarios diferentes o en horas de descanso del Timer, el Blower no funcionará. En la parte externa inferior hay 3 válvulas de tres pulgadas las cuales sirven para el mantenimiento de la misma.

**4.2.6.5 Mantenimiento del sistema.** Los mantenimientos se deben programar de acuerdo al vertimiento del agua según la capacidad de personas que maneje el campamento, en este caso para un promedio de 70 – 100 personas; cada mes y medio o dos meses.

El mantenimiento consiste en sacar de cada baffle una tercera o cuarta parte del lodo activado para que no se sature la planta y así optimizar su funcionamiento. Dentro de las medidas de manejo que se deben tener en cuenta para evitar la contaminación y mantener el buen funcionamiento de los sistemas de tratamiento de aguas, se encuentran:

- ✓ No arrojar papeles u objetos extraños a los sanitarios de los baños.
- ✓ No usar químicos en la limpieza de los sanitarios, los lavamanos y duchas, con excepción de los manejados por la empresa que hace la limpieza de los servicios sanitarios móviles.
- ✓ Revisar periódicamente los sistemas de drenaje y los acoples de las tuberías, para detectar posibles fallas o fugas.
- ✓ Las grasas de las aguas grises retenidas en las trampas fueron recogidas con tela oleofílica y se almacenaron provisionalmente junto con los residuos contaminados con hidrocarburos.
- ✓ Las plantas de lodos activados utilizadas en la perforación son drenadas periódicamente (cada dos meses). Los lodos residuales de la Red Fox se mezclaron con los cortes de perforación para posterior tratamiento con cal.

Para tener un control sobre los sistemas de manejo de las aguas residuales domésticas se llevó a cabo el seguimiento de sus condiciones mediante un análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos. Los análisis se efectuaron mediante dos monitoreos durante las actividades de perforación y los parámetros analizados fueron: pH, Sólidos Suspendidos, DBO5, Grasas y Aceites, Cloro residual y Coliformes. Las aguas residuales grises y negras se recolectaron mediante redes sanitarias separadas, construidas en tubería de PVC de 3" o 4" de diámetro.

**4.2.7 Descripción de la operación del sistema.** La operación del sistema de tratamiento de agua residual comprende:

- ✓ Arranque y puesta en marcha del sistema de tratamiento
- ✓ Inspección diaria de la planta
- ✓ Control de calidad de agua

#### 4.2.7.1 Arranque y puesta en marcha del sistema de tratamiento.

- **Preliminar a la puesta en marcha.** Después de que la planta de tratamiento ha sido completamente instalada y las conexiones de las tuberías de entrada y salida, de drenaje y las conexiones eléctricas han sido realizadas, el sistema está prácticamente listo para operar. Si el sistema no va a ser puesto en operación inmediatamente después de su instalación se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - Apague todos los switches eléctricos y asegúrese de que el suministro de potencia a la planta de tratamiento esta desconectado.
  - Si el soplador no va a ser operado por varias semanas sus partes interiores deben ser protegidas contra la corrosión causada por la condensación de humedad dentro del soplador. Esto se puede hacer rociando al interior de los sopladores con una mezcla de aceites livianos y kerosén o de acuerdo a las instrucciones del fabricante del soplador.
  - Asegúrese de que ni arenas ni material extraño entren al sistema de alcantarillado, pues podrían ser arrastrados posteriormente a las unidades de tratamiento.
- **Precauciones antes de puesta en marcha.** Antes de admitir agua residual a la unidad de tratamiento los siguientes puntos deben ser verificados:
  - El alcantarillado de entrada debe estar conectado apropiadamente al sistema de tratamiento y debe estar limpio, libre de polvo, rocas y otros materiales.
  - La cámara de entrada debe estar limpia y libre de objetos. La malla de entrada debe estar instalada en su lugar y así mismo el desmenuzador, si es que éste ha sido suministrado con la planta.

- El compartimiento de aireación debe estar libre de partículas extrañas y polvo.
- Los difusores de aire deben ser revisados para asegurarse de que han sido instalados apropiadamente y que están limpios. Así mismo verifique que no hay escapes de aire en la tubería.
- Revise que tanto el clarificador como la ranura de fondo de retorno de lodos estén limpias. Verifique que la tubería de entrada al clarificador y el rebosadero del efluente están apropiadamente instalados.
- Los equipos de mecánicos tales como motor y soplador deben ser revisados para su lubricación apropiada. Lubrique los equipos de acuerdo a las recomendaciones de cada uno de los fabricantes.
- Antes de poner en funcionamiento el soplador se debe llenar con aceite hasta el nivel apropiado indicado en el equipo. Se debe revisar así mismo que el sentido de rotación del motor es el correcto. Si no lo es, los cables de conexión deben ser intercambiados para producir la rotación adecuada.
- **Puesta en marcha inicial.** Cuando el sistema de tratamiento ha sido inspeccionado completamente por el operador, éste puede ser llenado con agua o agua residual. Antes de llenar el sistema cierre las válvulas de drenaje exterior. El soplador puede ser arrancado cuando los difusores en el tanque de aireación están sumergidos dos pies o más, pero esto no es necesario si el agua residual no es de alta contaminación o si el sistema de tratamiento está siendo llenado con agua limpia.

- Antes de arrancar el soplador asegúrese de que ha leído completamente las instrucciones del fabricante y que ha verificado que los ejes giren manualmente.
- Verifique que las válvulas de alivio de aire operan satisfactoriamente y lubríquelas con aceite de maquina si es necesario. Si las válvulas de compuerta o de punzón son instaladas en las líneas de entrada y de descarga de los sopladores, estas deben ser abiertas antes de que el soplador sea arrancado. Certifique nuevamente el nivel de aceite en la caja del soplador y lubrique los rodamientos sobre su eje. Utilice el aceite y la grasa apropiados.
- Al cabo de 30 minutos verificar que la bomba sumergible del tanque de homogenización se enciende al subir el nivel en el mismo y se apaga luego de volver a bajar el nivel. El agua debe ser enviada a través del sistema de regulación de flujo y llegar al tanque de aireación, parte de las aguas fueron retornadas al tanque de homogenización ya que la entrada de fluido a la planta se afora.
- Al arrancar el soplador verifique primero que los breakers en el panel de control eléctrico están en la posición ON. Luego gire el switch de operación.
- Verificar que cuando la planta se llene completamente los retornos de lodos del sistema estén funcionando.
- Verificar que la planta recircule lodos y natas.

**4.2.7.2 Inspección diaria de la planta.** Se debe inspeccionar y verificar diariamente el funcionamiento de los elementos que componen el sistema de tratamiento de agua residual. Adicionalmente se debe diligenciar diariamente el formato de registro.

- **Calibración y operación de equipos de control de calidad de aguas**
  - Se debe realizar la operación siguiendo el procedimiento. Se deben verificar la calibración y los equipos de monitoreo al igual que la determinación de parámetros de calidad de agua.

#### **4.2.7.3 Control de la calidad del agua.**

- **Puntos de medición.** Los puntos de medición fueron: salida de la planta de tratamiento, pecera y punto de salida de la pecera.
  
- **Parámetros de Medición:** Para la medición de los parámetros debe seguirse el procedimiento de calibración y operación de equipos de control de calidad de agua. Los parámetros a medir fueron:
  - ✓ Cloro libre.
  - ✓ Color.
  - ✓ pH.
  - ✓ Conductividad.
  - ✓ Oxígeno Disuelto.
  - ✓ Turbiedad.

**4.2.8 Dosificación de productos químicos y operación diaria de la planta.** Antes de manipular cada producto el operador usará como equipo de protección personal, guantes de caucho, gafas de seguridad, respiradores para vapores inorgánicos, casco, y botas de seguridad. El operador deberá revisar, entender y acatar las recomendaciones dadas en la ficha técnica de cada uno de los productos químicos a manipular.

#### **4.2.8.1 Dosificación de Hipoclorito de Calcio en Tabletas o Granulado.**

- **Tabletas.**

- Colocar 3 pastillas de cloro en el tanque clarificador.
- Medir al cabo de 1 hora el cloro libre del agua tratada a la salida de la pecera.
- Si el contenido de cloro es menor de 0.2 mg/l, añadir otra tableta de cloro.
- Si el contenido de cloro es mayor de 0.5 mg/l, dejar esa dosificación y no añadir más tabletas.
- Agregar nuevamente pastillas cuando estas se acaben por el constante contacto con el agua.

- **Cloro granulado.**

- Para este tipo de químico se utiliza un tanque de 500 litros.
- Llenar el recipiente con agua potable hasta la mitad.
- Agregar la dosificación óptima, la cual se define mediante una prueba de jarras que depende también de la cantidad de agua vertida que se tiene a diario.
- Revolver con una pala agitadora hasta que haya una buena disolución del químico.
- Terminar de llenar el recipiente hasta su máxima capacidad.
- Si el contenido de cloro es menor de 0.2 mg/l, añadir más gramos de cloro o cuadrar la leva de la bomba dosificadora de cloro.
- Si el contenido de cloro es mayor de 0.5 mg/l, dejar esa dosificación y no añadir más cloro ni modificar la bomba dosificadora.
- Como el cloro granulado es un químico que se pierde mucho por evaporación la cantidad preparada debe durar para doce horas, para que esto se lleve a cabo se cuadra la velocidad de la bomba dosificadora.

**4.2.8.2 Prueba de porcentaje de sedimentabilidad.** Para esta prueba se utiliza el cono IMHOFF de la siguiente forma:

- ✓ Se toma un litro de agua del tanque de aireación con el cono.
- ✓ Se deja reposar durante 30 minutos.
- ✓ Luego se analiza el porcentaje que hubo de sedimentabilidad de lodos.
- ✓ El porcentaje óptimo para que se cree un buen colchón de lodos y haya una buena retención de sólidos suspendidos debe estar entre 20-30 %.
- ✓ Si se tiene un valor por debajo del 20% debe buscarse este porcentaje apagando el soplador por tiempos de 30 minutos durante dos veces al día.
- ✓ Si el porcentaje es superior a 30% debe hacerse una evacuación de lodos, para esto se apaga la planta durante 30 minutos para que los lodos más pesados se vayan al fondo del tanque de aireación, luego se abre la llave que comunica con el lecho de filtración durante unos segundos para no tener mucha evacuación, es más recomendable volver y repetir la prueba si se cree que la evacuación fue mínima ya que la idea es mantener el rango anteriormente nombrado para una excelente remoción por parte de la planta.

**4.2.8.3 Lavado de filtros.** Al entrar en operación la planta, el medio filtrante no se encuentra en condiciones adecuadas para el tratamiento y requiere una buena limpieza que elimine el polvo y las impurezas presentes.

**4.2.8.4 Operación normal del sistema de filtración.** Los filtros de la planta son del tipo denominado tasa declinante, lo cual significa que la velocidad de filtración declina desde un valor alto cuando el filtro está limpio hasta un valor bajo cuando se encuentra colmatado, que es cuando requiere ser puesto fuera de operación para lavarlo. Durante este lapso, el nivel del agua en los filtros varía desde un nivel inicial hasta el máximo de operación, limitado mediante un vertedero de alivio en el canal de distribución. Los filtros deben lavarse en secuencia numérica para evitar

confusiones. Es necesario anotar en la bitácora de la planta la hora y fecha del lavado.

### **4.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

Durante la perforación de un pozo estratigráfico se generan efluentes que contienen elementos insolubles, que deberán ser sometidos a tratamientos físicos para separarlos y evitar que contaminen o dificulten etapas posteriores del tratamiento, las aguas industriales en un proyecto de este tipo generalmente provendrán de residuos de lodos de perforación, residuos líquidos aceitosos, aguas lluvias contaminadas y aguas lluvias no contaminadas de la plataforma de perforación.

**4.3.1 Tipos de Aguas Industriales a Generarse.** La perforación del pozo generara los siguientes tipos de aguas residuales industriales:

**4.3.1.1 Lodos de perforación.** Para el tratamiento de lodos contaminados o que presenten cambios en sus propiedades reológicas se dispuso de un sistema *Dewatering*<sup>11</sup>; este sistema estará integrado por un equipo de remoción de sólidos. El sistema procura descargar la menor cantidad de sólidos y líquidos en la locación, es aplicable para lodos base agua pesados y no pesados. Los sólidos se dispondrán para su respectivo tratamiento en el *Catch Tank*<sup>12</sup> posteriormente los residuos líquidos se conducen al tanque o piscina de tratamiento de aguas. El primer tanque de tratamiento estará destinado para recibir todas las aguas generadas durante las siguientes etapas:

- Perforación.
- Producidas en el lavado de equipos.

---

<sup>11</sup> Sistema la extracción de sólidos de un lodo por medio de procesos de centrifugación, filtración o separación sólido-líquido.

<sup>12</sup> Tanque de almacenamiento abierto fabricado en acero al carbón, es utilizado para disponer de lodos y líquidos como aguas industriales en la perforación y operación de pozos petroleros.

- Utilizadas para el enfriamiento de las bombas de lodos.
- Aguas de la planta compacta de lodos activados.
- Aguas lluvias recogidas alrededor del área de equipos.

Estas aguas son transportadas por canales y antes de ser bombeadas al tanque de tratamiento son recibidas por el *desarenador - skimmer*<sup>13</sup> o *trampa de grasas*<sup>14</sup>. El tratamiento de las aguas residuales industriales se realiza en un segundo tanque y depende del tipo de lodo que sea utilizado, los procesos que intervienen en esta etapa son: separación de sustancias aceitosas, floculación, coagulación, sedimentación, aireación, ajuste de pH y desinfección. Este tanque cuenta con un sistema de aireación que consistirá en una tubería perforada de PVC/3" colocada sobre el mismo tanque, la cual se conectará a una bomba centrífuga para permitir la descarga continua por los orificios, además simultáneamente conseguir su aireación y mezcla completa de los químicos adicionados.

**4.3.1.2 Residuos líquidos aceitosos.** El aceite usado se almacenará en canecas de 55 galones y será resguardado temporalmente por el contratista de perforación, en el área de taller, para ser llevado a un sitio autorizado para su disposición. El cambio de aceite de los vehículos se deberá hacer en las estaciones de servicio de las poblaciones cercanas, por ningún motivo dentro del campo del pozo. El aceite recuperado del *skimmer / trampa de grasas* se almacenará en canecas de 55 galones para posteriormente ser entregado a empresas que cuenten con los permisos ambientales vigentes. Para las aguas generadas en el lavado de equipos y herramientas de perforación, se utilizará una red de drenaje constituida por cárcamos, cunetas y tubería, con el fin de conducir las desde su sitio de generación hasta un skimmer y así remover las películas eventuales de grasas, aceites y combustibles que pueden transportar. Las cunetas se conectan al sistema de

---

<sup>13</sup> Estructuras hidráulicas que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar.

<sup>14</sup> Tanques de flotación natural, en donde los aceites y las grasas, con una densidad inferior a la del agua, se mantienen en la superficie del recipiente, lo que facilita la remoción de estos.

tratamiento de aguas industriales, donde serán tratadas hasta cumplir con la normativa vigente aplicable a la fecha del vertido (decreto 1594 del 1984 y decreto 3930 de 2010).

**4.3.1.3 Aguas Lluvias No Contaminadas.** Las aguas lluvias no contaminadas, que se depositen sobre el área de la plataforma de perforación serán recolectadas mediante un sistema de canales o cunetas perimetrales en concreto alrededor de la locación. Las cunetas estarán conectadas a un *desarenador* o *skimmer* construido al final de las mismas, para luego entregar las aguas al medio natural.

**4.3.1.4 Aguas Lluvia Contaminadas.** Las aguas lluvias contaminadas que caigan sobre áreas circundantes al taladro, áreas de almacenamiento y aprovisionamiento de combustibles, áreas de operación de la planta de generación eléctrica, áreas de tanques de almacenamiento, sistemas de tratamiento aguas industriales y planta de tratamiento de aguas negras, se manejarán mediante redes independientes de recolección, principalmente cunetas perimetrales a las áreas generadoras, las cuales conducirán el agua al *skimmer* para la separación de grasas y de este al tanque de tratamiento de aguas industriales para el tratamiento y adecuación de parámetros de disposición final.

**4.3.2 Caracterización típica de aguas residuales industriales durante una perforación.** En la Tabla 21 se presenta la caracterización típica de las aguas residuales industriales en actividades de perforación de pozos.

**Tabla 21.** Parámetros y valores típicos de calidad de las aguas residuales industriales.

Parámetro	Unidad	Valor Encontrado
Grasas y Aceites.	mg/l	1-5
Color.	UPC	< 150
Conductividad.	μohms/cm	4000
Cloruros.	mg Cl/l	50 - 150
DBO5.	mg O2/l	150 - 500
D.Q.O	mg O2/l	500 – 1500
Dureza Total.	mg CaCO3/l	50 – 200
HPT (IR)	mg/l	0.5 – 2.0
pH	Unidades	6 – 9
Sólidos Disueltos.	mg/l	500 – 2000
Sólidos Suspendidos.	mg/l	200 – 500
Sulfatos.	mg SO4/l	150
Bario.	mg Ba/l	1-3
Turbidez.	NTU	150 - 800

**Fuente:** Sistema De Tratamiento Aguas Domesticas E Industriales Pozo Anh-Patia-1-St-P Descripción Del Sistema Y Memorias Técnicas.

La fracción líquida proveniente del tratamiento del lodo debe ser dirigida al tanque de tratamiento de aguas residuales industriales de la plataforma, el efluente de este tanque debe cumplir con los requisitos de calidad del agua del decreto 1594/84 para poder realizar la disposición.

Durante toda la realización del proyecto se promovieron programas de ahorro del recurso, para minimizar la generación de aguas residuales y el desperdicio del mismo. A su vez, se maximizó la recirculación de efluentes y se protegieron los drenajes naturales que fueron afectados por el proyecto.

### 4.3.3 Descripción del Sistema de Tratamiento de Aguas Industriales.

**4.3.3.1 Parámetros de diseño.** De acuerdo con el caudal de generación de residuos industriales descrito en el Capítulo 3, "Uso y aprovechamiento de los recursos", durante la perforación de un pozo estratigráfico se estima una producción diaria de 235 Bbls, equivalente a 37.301 l/día. Para este volumen se tiene planeado realizar vertimientos intermitentes diarios, por baches, mediante tubería de 2" hacia el sistema de aspersion o vertimientos directos en periodos promedio de 4 horas, lo cual generaría un caudal de vertimiento de 2,5 l/sg. Con base en lo anterior, el sistema prefabricado utilizado durante la perforación del pozo, tiene una capacidad de tratamiento de 400 Bbls/día, equivalente a 63.594 l/día. En la Tabla 22, se muestran las dimensiones de los tanques del sistema de tratamiento.

**Tabla 22.** Aforo de tanques del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales.

Equipo	Largo [m]	Alto [m]	Ancho [m]	Volumen [m3]	Volumen [bbls]	Volumen [l]
Catch Tank	12	1,3	2,5	39	245,3022	39000
Frac Tank	12	2,44	2,4	70,272	441,9968	70272
Frac Tank	12	2,41	2,4	69,408	436,5624	69408

**Fuente:** Sistema De Tratamiento Aguas Domesticas E Industriales Pozo ANH-PATIA-1-ST-P Descripción Del Sistema Y Memorias Técnicas.

**4.3.3.2 Descripción del Sistema de Tratamiento.** El manejo de los residuos líquidos industriales está dividido en dos procesos: "Dewatering" (deshidratación de lodos) y tratamiento de aguas.

- **Dewatering (deshidratación de lodos).** El proceso de deshidratación de los lodos se realizó con la Unidad de Dewatering, este sistema está compuesto por tanques metálicos donde se realizó el ajuste final de propiedades del agua residual generada por el proyecto. El dewatering logra la eliminación de los sólidos en suspensión mediante la separación mecánica asistida, donde se utilizan Polímeros Biodegradables para coagular y/o Flocular los sólidos finos, los que son separados luego más fácilmente por las

Decantadoras Centrífugas. Los objetivos generales con el proceso de dewatering son:

- Reducción de los volúmenes de desechos líquidos generados
- Recirculación de agua al sistema y para la preparación de polímero
- Disposición de cortes o ripios más secos
- Trabajo en forma ambientalmente segura y con unos costos razonables.

El sistema de dewatering procesa todos los fluidos de desecho generados durante las operaciones de perforación. Estos fluidos son:

- Los desechos de lodo mezclados con agua proveniente de la mesa rotaria del equipo de perforación, los tanques de lodo, las bombas de lodo y cualquier otro punto de descarga alrededor del equipo de perforación, recolectados en el contrapozo y skimmer de aguas del taladro.
  - El lodo base agua con alto contenido de sólidos finos.
  - Los excesos de lodo contaminado durante las operaciones de cementación.
  - El lodo descartado del sistema activo que sea necesario para mantener las propiedades del fluido de acuerdo a los programas y requerimientos del ingeniero de fluidos.
  - Todos estos fluidos son tratados química y mecánicamente con el objetivo de asegurar los parámetros requeridos para la recirculación o descarga del agua y los sólidos de acuerdo a las regulaciones ambientales nacionales y locales.
- **Tratamiento de aguas.** Una vez realizado el tratamiento en la unidad de Dewatering, las aguas son conducidas al tanque donde se inicia el

tratamiento mediante adición de coagulantes y floculantes a fin de desestabilizar las cargas de las partículas sólidas presentes en el agua y generar flóculos.

La sedimentación de los flóculos agrupados, aireación del agua clarificada, ajuste de parámetros fisicoquímicos y desinfección se realiza hasta lograr los límites de parámetros de calidad establecidos en el Decreto 1594 de 1984.

- **Componentes del Sistema de Tratamiento.** El sistema está conformado por los siguientes equipos, Ver Tabla 23.

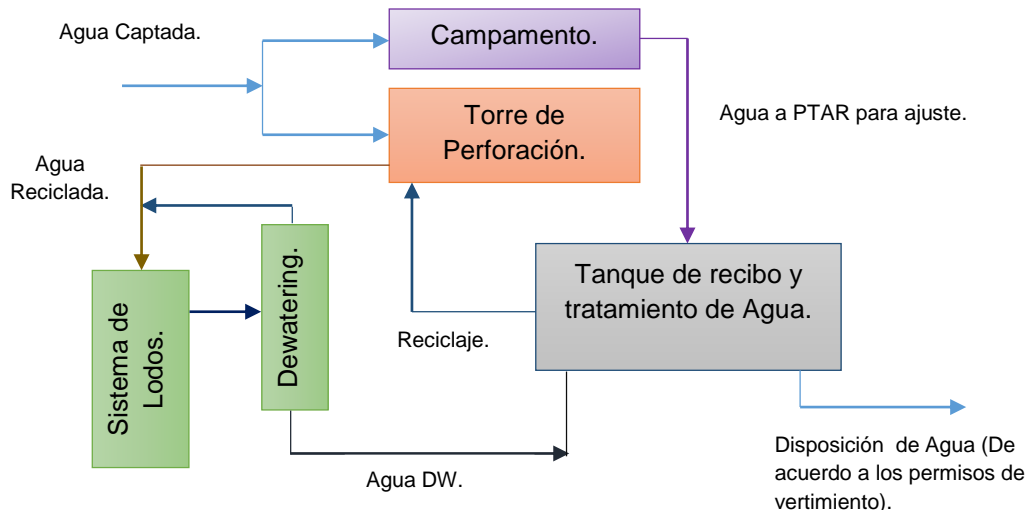
**Tabla 23.** Equipos del sistema de tratamiento.

Equipo	Cantidad
Centrifuga decantadora de alto volumen.	1
Bomba de desplazamiento positivo.	1
Bomba de mezcla y transferencia de polímero y agua generada por el proceso.	2
Compartimiento del tanque para homogenización del lodo a procesar.	1
Compartimiento del tanque para preparación del polímero.	1
Catch tank para almacenamiento de cortes.	1
Bomba neumática.	1
Frac Tanks tipo DFT de 437 Bbls.	2
Frac Tanks de los cuadrados de 442 Bbls.	2
Catch Tanks descubierto para tratamiento de agua de 246 BBls.	1
Caseta de Laboratorio.	1

**Fuente:** MI swaco.

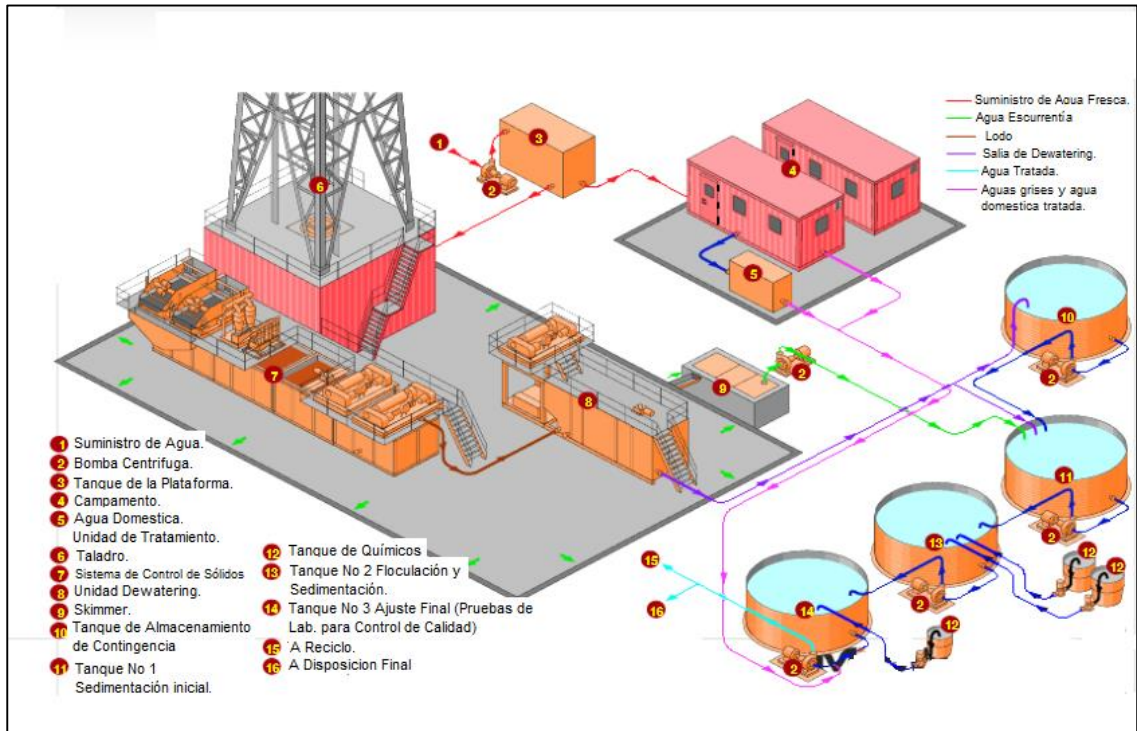
**4.3.3.3 Proceso.** A continuación se presentan un diagrama y una figura muestra el flujo de las aguas en el sistema de tratamiento para el proyecto. Las figuras 10 y 11 esquematizan el recorrido de las aguas usadas durante la perforación.

**Figura 10.** Diagrama de Flujo tratamiento de Aguas Durante una Perforación.



**Fuente:** MI swaco.

**Figura 11.** Tratamiento de Aguas en Tanques.



**Fuente:** Modificada de MI SWACO.

El tratamiento de aguas comienza una vez se tenga un 70% del volumen del tanque de recibo (Catch Tank de 246 Bbls), en dicho tanque como se muestra en el diagrama de flujo se recibirán aguas provenientes de lavado de tanques del taladro, del *dewatering* y de la planta *PTAR* del campamento. Luego, se toma una muestra del agua a tratar y se lleva al laboratorio donde se realizan pruebas de jarras, donde se determinan las dosificaciones óptimas de coagulantes (romperá las fuerzas de van der Waals que mantienen las partículas coloidales en suspensión), floculantes y químicos para ajustar el pH, e hipoclorito de calcio (para asegurar la desinfección del agua) para el tratamiento final del agua. En este proceso ocurren los siguientes eventos:

- Hidrólisis del coagulante usado y desestabilización de las partículas suspendidas.
- Formación de los compuestos químicos poliméricos.
- Absorción las partículas coloidales a las cadenas poliméricas.
- Proceso de absorción mutua entre las partículas coloidales.
- Proceso de barrido.

La aplicación de coagulante y floculante se hará en el *catch tank* de tratamiento (representado por el ítem 12 de la Figura 11), este se aplica por acción de bombas centrifugas (representado por el ítem 2 de la Figura 11) se hará la recirculación en el catch tank hasta lograr que los parámetros medidos al agua estén dentro de los parámetros requeridos.

Con el fin de minimizar los volúmenes de aguas residuales y aumentar la eficiencia del uso agua a tratar durante la perforación se plantean los siguientes lineamientos:

- Combinar esfuerzos entre los personales del taladro, operaciones de mantenimiento y limpieza del contrapozo para lograr que las aguas lluvias o de lavado que sean recolectadas allí, posteriormente sean enviadas al sistema para lodos, previa verificación de prueba de compatibilidad. En caso

de que no sean aceptadas por el Ingeniero de lodos, estas aguas serán enviadas al tanque de tratamiento.

- Para evitar que parámetros como la conductividad y otros iones se incrementen, el agua será enviada a tratamiento después de dos o tres veces de haber sido recirculada y así garantizar la calidad del agua enviada a disposición.
- Implementar la recirculación de esta para el lavado de equipos y como ayuda en el sistema de enfriamiento de las bombas del taladro. Todos estos procedimientos han mostrado buenos resultados para fijación de metas ambientales y estadísticas durante el desarrollo de proyectos anteriores.

La coordinación general del sistema de tratamiento está a cargo del ingeniero de tratamiento de aguas, el cual se encargará de manejar los movimientos de los diferentes volúmenes, correr las pruebas de jarras para determinar las dosificaciones óptimas de productos químicos para el tratamiento y la verificación de los parámetros finales de calidad, además de la disposición final del agua.

**4.3.3.4 Parámetros del vertimiento.** Durante la perforación de los pozos, para dar cumplimiento a los estándares ambientales (Ver Tabla 24) se deben tomar muestras para un análisis en un laboratorio externo, estas muestras serán de agua sin tratar y una de agua tratada en la locación del pozo.

Durante el proceso se estuvieron verificando en laboratorio los parámetros in situ correspondientes con el fin de garantizar el ajuste de los mismos.

Los monitoreos diarios a realizar in situ serán: pH, Conductividad, Cloro Libre, Turbidez, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Sulfatos, Cloruros.

**Tabla 24.** Parámetros agua vertida, decreto 1594 de 1984.

PARÁMETRO	UNIDAD	DECRETO 1594/84
PH	Unidades	5.0-9.0
CONDUCTIVIDAD	mS / cm	< 2500
SULFATOS	ppm	< 400
CLORUROS	ppm	< 250
ALCALINIDAD	ppm	< 500
DUREZA	ppm	< 500
TDS	ppm	< 75
COLOR	APHA	< 75
HIERRO	ppm Fe	< 0,5
TURBIDEZ	NTU	< 75
NITRATOS	ppm	< 100
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l sol	< 100
TEMPERATURA	°C	< 40

**Fuente:** Decreto 1594 de 1984.

De igual forma se tomará una muestra por pozo de agua sin tratar y tratada para realizar un análisis de sus propiedades, este monitoreo se llevara a cabo tomando una muestra de agua y llevándola a un laboratorio de reconocida trayectoria debidamente certificado por el IDEAM, los parámetros a medir y su tiempo de entrega son los establecidos en el decreto 1594/84, que corresponden a 20 días para cada parámetro.

Estos son medidos según los métodos de análisis oficialmente aprobados en el decreto 1594/84 de Min. Salud artículo 155.

**4.3.3.5 Porcentajes de remoción.** Según la información obtenida en manuales técnicos los porcentajes de remoción promedio, con la configuración de tratamiento planteada serán como las que se muestran en la Tabla 25.

**Tabla 25.** Porcentajes de remoción del sistema.

PARÁMETRO	UNIDAD	% Remoción
CONDUCTIVIDAD	mS / cm	90
SULFATOS	ppm	80
CLORUROS	ppm	90
ALCALINIDAD	ppm	80
DUREZA	ppm	85
TDS	ppm	90
COLOR	APHA	80
HIERRO	ppm Fe	95
TURBIDEZ	NTU	80
NITRATOS	ppm	90
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	mg/l sol	95
TEMPERATURA	°C	90

**Fuente:** Porcentajes de remoción del sistema ANH-BVTURA-1-ST-P.

Una vez terminado el tratamiento, el agua es transferida al fractank (representado por el ítem 14 de la figura 11), desde este punto el agua será enviada al punto de vertimiento autorizado por la CAR, es decir se realizará la aspersion o riego mediante carro tanque, previa toma de parámetros in situ.

La capacidad de tratamiento diario de esta configuración es de aproximadamente 400 Bbl. De acuerdo con experiencias en otros pozos de perforación, el tratamiento es 100% efectivo para el cumplimiento de los parámetros exigidos por la legislación ambiental.

**4.3.3.6 Disposición Final.** Se llevaran registros de los volúmenes de agua recirculada y dispuesta y así ayudar a la creación de una línea base para poder fijar metas de consumo y disposición respectivamente, el acta generada llevara los parámetros in situ relacionados para verificación de entrega bajo propiedades la cual será avalada por la interventoría ambiental del proyecto.

Las aguas residuales domesticas e industriales generadas en las diferentes etapas del proyecto se dispondrán, previa verificación de concentración de parámetros estipulados en el decreto 1594/84 mediante la siguiente alternativa:

- **Aspersión.** Se realizara la aspersión mediante uso del carro tanque con flauta, además de un campo de infiltración.

## 5. EVALUACIÓN AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE RIESGO

### 5.1 ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES

La ANLA<sup>15</sup> en su sección de licencias ambientales, define análisis de impacto ambiental como “*El estudio de impacto ambiental es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental de acuerdo con la ley y este reglamento Se considera Impacto Ambiental, cualquier cambio o modificación en el medio ambiente, ya sea positiva o negativa, como resultado total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización u proyecto.*” con base en esta definición un análisis de impactos permite determinar y evaluar de forma precisa, los impactos ambientales sobre los componentes físico, biótico y social.

Este análisis se realizó para aquellos impactos que se presentan en la actualidad dentro del área de influencia de los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P (análisis sin proyecto), así como aquellos que se pueden desencadenar por cada una de las actividades del proyecto (análisis con proyecto), para así deducir las repercusiones en las condiciones actuales del medio ambiente. La información presentada en este capítulo permitirá conocer los aspectos antrópicos y naturales que actualmente están afectando las áreas del proyecto y confrontarlo con los impactos identificados por la comunidad en consulta previa y los que serán generados una vez instalado el proyecto en el área.

Para dar cumplimiento a los señalamientos de los Términos de Referencia expedidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial<sup>16</sup> y los

---

<sup>15</sup> Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

<sup>16</sup> Actual ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

requerimientos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, se utilizó como método de evaluación ambiental, la metodología propuesta por la Empresa Colombiana de Petróleos ECOPETROL, la cual permite comparar los valores obtenidos en la calificación con la tabla de equivalencia para evaluar la Matriz de RAM. Esta Metodología combina la información de la caracterización ambiental del área (características del medio físico, biológico y socioeconómico), con las actividades del proyecto, considerando las variables solicitadas por los términos de referencia.

Es un método confiable que permite identificar y calificar impactos ambientales, en concordancia con la información ambiental disponible y recolectada durante la elaboración de la caracterización ambiental del área, con la certeza que el método de evaluación escogido ofrece resultados confiables, se busca la aplicación del mismo para establecer el grado de afectación del proyecto de una manera más real.

A continuación, se hace una descripción de la secuencia metodológica implementada, en donde se presentan los parámetros de evaluación que serán tenidos en cuenta durante la calificación ambiental. Dichos parámetros estarán representados en las tablas 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 y 33 en donde se podrá encontrar los valores correspondientes a: Carácter, Potencialidad, Magnitud, Extensión, Duración, Reversibilidad, Recuperabilidad y Acumulación del impacto.

**Tabla 26.** Carácter del impacto.

CARÁCTER DEL IMPACTO	
Define el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente. Puede ser positivo cuando el impacto produce un efecto benéfico o negativo cuando el impacto produce un efecto perjudicial para el componente analizado.	
CALIFICACIÓN CUALITATIVA	SIGNIFICADO
+	Actividad que desencadena un Impacto Positivo.
-	Actividad que desencadena un Impacto Negativo.

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales.

**Tabla 27.** Potencialidad del impacto.

<b>POTENCIALIDAD</b>		
Califica el grado de certeza de que el impacto pueda generarse a causa de la actividad analizada		
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>POCO POTENCIAL</b>	<b>1</b>	El riesgo de que se presente el impacto es mínimo.
<b>POTENCIAL</b>	<b>2</b>	Existe el riesgo de que se genere el impacto.
<b>MUY POTENCIAL</b>	<b>4</b>	Pese a que no hay una certeza absoluta de que se presente el impacto, existe un alto riesgo de ocurrencia.

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales.

**Tabla 28.** Magnitud del impacto.

<b>MAGNITUD DEL IMPACTO</b>		
Se refiere al grado de incidencia del impacto sobre el medio ambiente. Trata sobre la gravedad de las consecuencias.		
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>BAJA</b>	<b>1</b>	Calificación atribuida a los efectos ambientales no significativos
<b>MEDIA</b>	<b>2</b>	Calificación dada cuando el efecto no es suficiente para poner en grave riesgo los recursos naturales; pérdida ambiental o económica mínima (menos de 100 SMLMV).
<b>ALTA</b>	<b>3</b>	El impacto afecta gravemente los recursos naturales, o causa pérdidas económicas significativas (menos de 500 SMLMV).
<b>MUY ALTA</b>	<b>4</b>	El impacto afecta peligrosamente los recursos naturales y causa pérdidas económicas muy significativas (más de 500 SMLMV)

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales.

**Tabla 29.** Extensión del impacto.

<b>EXTENSIÓN DEL IMPACTO</b>		
Corresponde al área de influencia del impacto, es decir, al área donde tienen manifestación las consecuencias del suceso		
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>PUNTUAL</b>	<b>1</b>	El impacto se localiza en un espacio reducido, dentro del área de la locación y la vía de acceso.
<b>PARCIAL</b>	<b>2</b>	El impacto se manifiesta dentro del área de la locación y la vía de acceso, sin salir de ella pero en un área más amplia.
<b>EXTENSO</b>	<b>4</b>	El impacto tiene manifestaciones fuera del área de la locación y de la vía de acceso.

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales.

**Tabla 30.** Duración del impacto.

<b>DURACIÓN DEL IMPACTO</b>		
Corresponde al tiempo de permanencia del impacto.		
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>FUGAZ</b>	<b>1</b>	Las manifestaciones tienen duración inferior a un (1) mes
<b>TEMPORAL</b>	<b>2</b>	Duración entre uno (1) y doce (12) meses
<b>PROLONGADO</b>	<b>3</b>	Duración entre uno (1) y cinco (5) años
<b>PERMANENTE</b>	<b>4</b>	Las consecuencias permanecen por más de cinco (5) años

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales.

**Tabla 31.** Reversibilidad del impacto.

REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO		
Medida del retorno a las condiciones originales, sin el uso de tecnología		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>CORTO PLAZO</b>	<b>1</b>	El retorno a condiciones originales toma menos de un (1) año
<b>MEDIANO PLAZO</b>	<b>2</b>	Se requieren de uno (1) a cinco (5) años
<b>LARGO PLAZO</b>	<b>4</b>	El retorno a condiciones originales toma más de cinco años.

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales.

**Tabla 32.** Recuperabilidad del impacto.

RECUPERABILIDAD DEL IMPACTO		
Medida del retorno a las condiciones originales, con el uso de tecnología.		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>CORTO PLAZO</b>	<b>1</b>	La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año
<b>MEDIANO PLAZO</b>	<b>2</b>	Entre uno (1) y cinco (5) años
<b>LARGO PLAZO</b>	<b>3</b>	La recuperación toma más de cinco (5) años
<b>IRRECUPERABLE</b>	<b>4</b>	No hay posibilidades de una recuperación

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales.

**Tabla 33.** Acumulación del impacto.

ACUMULACIÓN DEL IMPACTO		
Trata sobre el incremento progresivo del efecto, o la inclusión de efectos sinérgicos		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>SIMPLE</b>	<b>1</b>	El impacto actúa por sí sólo. La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año
<b>ACUMULATIVO</b>	<b>2</b>	El impacto se suma a otros para incrementar el daño

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales.

El siguiente paso consiste en determinar la importancia del impacto, para esto se suman las calificaciones correspondientes a Potencialidad, Magnitud, Extensión, Duración, Reversibilidad, Recuperabilidad y Acumulación. En la tabla 34, se presenta la clasificación según rangos preestablecidos donde mínima calificación posible es 7 (leve) y la máxima es 26 (Masivo). Esa clasificación servirá para evaluar la Importancia Ambiental en la matriz RAM.

**Tabla 34.** Rangos de importancia y calificación ambiental.

IMPORTANCIA	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
< 7	1	Leve
8 – 12	2	Menor
13 – 17	3	Localizado
18 – 22	4	Mayor
23 – 26	5	Masivo

**Fuente:** ECOPETROL, Procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales

**5.1.1 Análisis de impactos sin proyecto.** La Evaluación de Impactos Sin Proyecto, consiste en la identificación, a través del trabajo de campo, pero también de la revisión de bibliografía, de todas aquellas actividades que se desarrollan en la actualidad y que ejercen presiones sobre el medio, presumiendo además, que dichas actividades seguirán causando deterioro ambiental durante los próximos años porque tienen cierto grado de arraigo en la zona.

Una vez identificadas todas las actividades ambientalmente significativas que se desarrollan en el área, se realiza la calificación ambiental de éstas y se priorizan los impactos más representativos sobre el medio.

**5.1.1.1 Actividades generadoras de impacto.** Entre las actividades generadoras de impacto ambiental antes de la implementación de los proyectos de perforación en las áreas afectadas de los municipios de Buenaventura y Mercaderes, sobresalen:

- ✓ **Explotación forestal.** La explotación forestal, está orientada principalmente a la obtención de madera destinada a la fabricación de objetos, el combustible, la producción papelera. En el caso de Buenaventura, se considera que el aprovechamiento maderable es bajo y que la tendencia de producción en los últimos años ha descendido; Se estima que los bosques del pacífico producen la mayor cantidad de maderas aserradas del país. Se calcula que la costa pacífica abastece entre el 42 y el 50 por ciento del consumo nacional.

Mientras tanto en el área de influencia del proyecto en el Cauca, se presentan problemas de deforestación, causada por el uso de madera como combustible para ladrilleras, cocción de alimentos y ampliación de praderas para la ganadería, aunque el terreno tiene la tendencia de pastizales naturales, las áreas de bosque son taladas. Los impactos generados por esta actividad afectan los componentes ambientales como son la vegetación en su composición, cobertura y uso final del suelo, así como de manera directa afectan el componente de hábitat de fauna silvestre y por ende las especies de estas zonas. Clasificación del impacto MAYOR

- ✓ **Pesca y Ganadería.** Se estima que en el área de influencia del pozo Buenaventura existe un recurso potencial de especies ictiológicas de 216 toneladas/año, entre las especies tilapia roja y cachama principalmente. En tanto la acuicultura de tipo marino, identificada como una actividad de singular importancia para el desarrollo de amplias zonas rurales y costeras se encuentra en proceso de consolidación, existen 17.000 hectáreas de tierras aptas para cultivos de estas características. Existen en la zona otras fuentes de contaminación como los olores desagradables producto de las actividades de comercio de pescados y mariscos. En este tipo de contaminación se destaca el ahumado artesanal de pescado, donde se generan fuertes olores del cual se quejan los habitantes de los diferentes sectores del área de influencia.

En cambio en el área de Cauca, la actividad ganadera especialmente el proceso de crianza y engorde de ganado en pasturas naturales ha acelerado la degradación del suelo en esta área, caracterizada por la limitada adopción de tecnología de manejo tanto en los pastizales como en la fase de producción, sub utilizando las tierras y disminuyendo la productividad del suelo. Cabe anotar que en la vereda, como en el municipio existen pocas tierras con vocación agrícola intensiva, sin embargo se realizan prácticas agrícolas como la de cultivo de maní, caña y maíz.

- ✓ **Caza y comercialización de especies.** La caza indiscriminada de especies en ambas regiones ha conllevado al riesgo de perder las poblaciones de animales en una zona con una biodiversidad de gran magnitud y variedad. Anteriormente, se encontraban con frecuencia chuchas, conejos, guaguas y osos hormigueros, pero estos se han alejado por el poblamiento y la caza de los mismos.
  
- ✓ **Manejo de basuras.** La disposición de basuras es una de las actividades que causan mayor afectación en las áreas de estudio, sus afectaciones son de carácter negativo, magnitud baja, con coberturas que trascienden de lo puntual a lo local, pero permanente. Los principales impactos generados por esta práctica están representados por los efectos sobre el paisaje, alteración de la capa orgánica de los suelos, afectación de la composición física y química del recurso hídrico superficial y el hábitat acuático, afectación de los componentes flora y fauna, emisión de gases nocivos, genera alteración en las relaciones sociales y altera el nivel de vida.

En Buenaventura gran parte de los residuos son arrojados directamente a los esteros y a los depósitos cerca a las orillas de éstos, es llevado por la marea y depositado en el fondo de estos cuerpos de agua, en la bahía, en las orillas de la ciudad y frente a esta en los planos de lodo y bosques de manglar.

En la zona cercana a la locación del pozo en Mercaderes la recolección de residuos se realiza mediante una volqueta dos a tres veces por semana, la disposición final de residuos sólidos del municipio la realizan a cielo abierto sin ningún tipo de manejo o tratamiento adecuado, generando molestias por olores ofensivos y la proliferación de vectores, contaminación del agua, el aire y el suelo.

- ✓ **Chircales.** En la vereda Canto Llano del municipio de Mercaderes existen tres pequeñas ladrilleras que consumen en su proceso volúmenes considerables de leña obtenida de la zona, así mismo exponen los suelos a cielo abierto, pues los procesos desarrollados por esta industrial, no cuenta con tecnologías apropiadas lo cual incrementa la inestabilidad de los taludes y problemas de erosión a baja escala (surcos y cárcavas). Tampoco existe explotación planificada por lo que se observan huecos pequeños a lo largo y ancho del área de explotación afectando el paisaje.

La tendencia es al aumento de la contaminación atmosférica, la tala y la afectación de los suelos si no es controlada por la CRC. Clasificación del impacto MAYOR.

- ✓ **Subsector portuario.** Tradicionalmente en Buenaventura el subsector portuario es el de mayor capacidad técnica, física y financiera y es a su vez el más representativo, siendo el que más contribuye en la estructura económica del municipio.

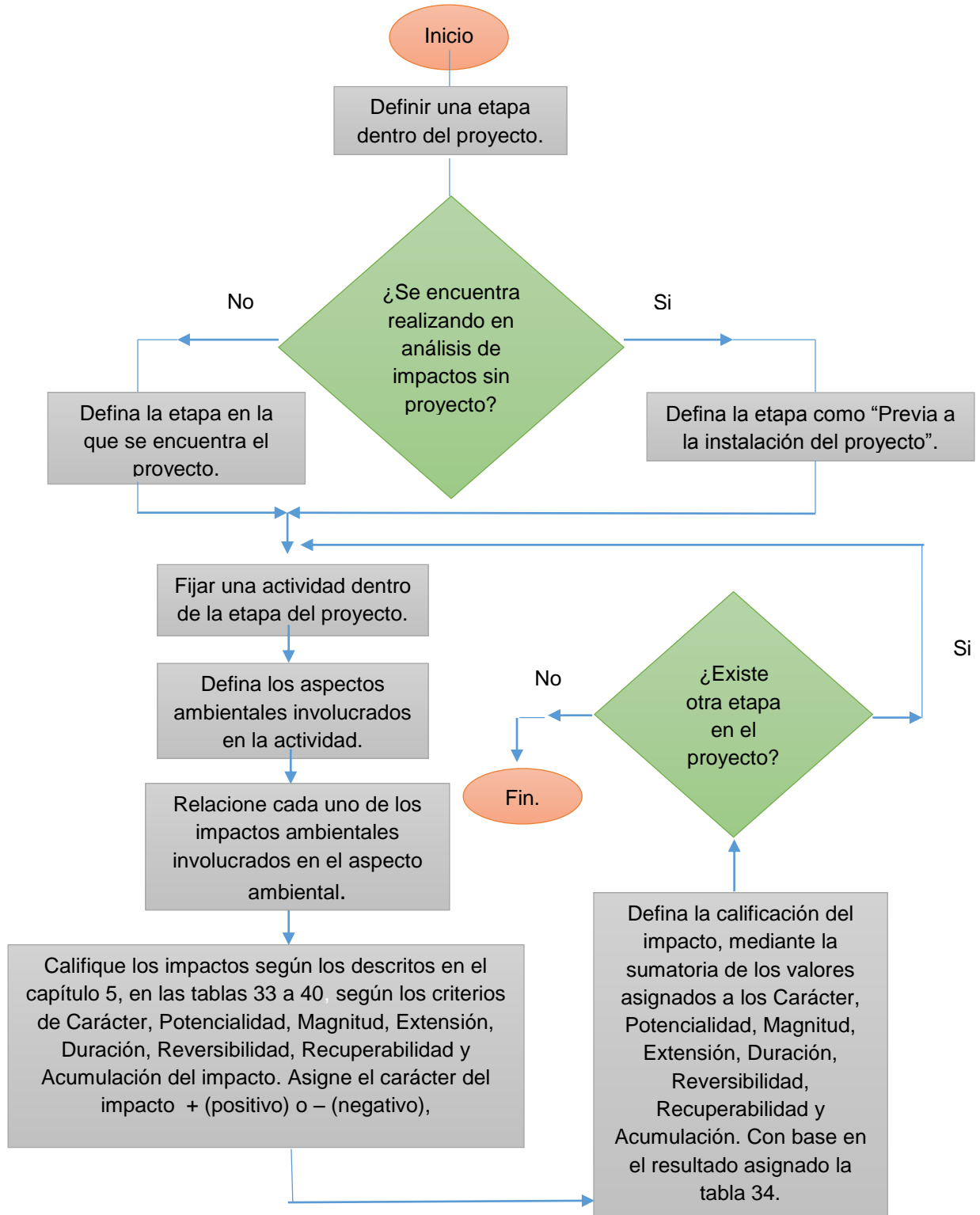
Las actividades portuarias en la bahía de Buenaventura, como embarques y desembarques de productos llenados de tanques reservorios de combustibles y la realización de dragados periódicos, están alterando el hábitat de las comunidades de organismos. En el caso de los dragados, estos causan alteración a los fondos, resuspensión de partículas sedimentarias y extracción mecánica de las comunidades bióticas habitantes de los fondos marinos.

En relación a la calidad de aire en la ciudad de Buenaventura es aceptable pero afronta un progresivo deterioro como resultado del aumento en la emisión de gases por fuentes móviles y fijas, partículas y olores desagradables. Sin embargo, la dirección de los vientos predominantes del suroeste, contribuyen a la dispersión de las partículas y gases, especialmente en la zona portuaria.

- ✓ **Vertimiento de aguas residuales.** Existen viviendas en las zonas suburbanas que aún no cuentan con sistema de alcantarillado, o en su defecto de pozos sépticos para la disposición de las aguas negras, de tal forma que en algunos puntos se observan las descargas directas al medio, generando alteración de las características físico-químicas de los cuerpos de agua presentes en la zona.

En la figura 12. Se presenta un diagrama de flujo para la completar las tablas de evaluación de impactos “sin proyecto” y “con proyecto en cualquier etapa”, en estas tablas se presenta la calificación de los impactos generados previa y posteriormente a la instalación del proyecto y se realiza una descripción de cada una de las actividades impactantes identificadas de manera independiente.

**Figura 12.** Diagrama de flujo para completar Tablas de Evolución de Impactos.



Siguiendo los lineamientos de la anterior guía, se presenta un ejemplo en la tabla 35:

**Tabla 35.** Ejemplo de Tabla de Evaluación de Impactos.

ETAPA	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	POT	MAG	EXT	DUR	REV	REC	ACU	IMA	Carácter	Calif.	Descripción
"PREVIA A LA INSTALACIÓN DEL PROYECTO" ó "ETAPA 1"	"Actividad 1"	"Aspecto Ambiental 1"	"Impacto Ambiental 1"	2	2	1	2	1	1	1	10	+	2	Menor
			"Impacto Ambiental 2"	4	2	2	2	1	1	1	13	+	3	Localizado
			"Impacto Ambiental 3"	4	2	1	3	3	2	1	16	-	3	Localizado
			"Impacto Ambiental 4"	4	1	1	2	2	2	2	14	-	3	Localizado
			"Impacto Ambiental 1"	4	2	1	1	2	2	2	14	-	3	Localizado
			"Impacto Ambiental 5"	4	1	1	1	2	3	2	14	-	3	Localizado
			"Impacto Ambiental 6"	4	2	1	3	4	3	2	19	-	4	Mayor
			"Impacto Ambiental 7"	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado
			"Impacto Ambiental 8"	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado

**Fuente:** Adaptado por los autores de GESTIÓN DE PERMISO DE VERTIMIENTOS, MEMORIAS DE CALCULO, PLANOS SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES POZO ANH-BVTURA-1-ST-P.

En el Anexo D se presentan las tablas de evaluación de impactos sin proyecto, tanto para ANH-PATIA-1-ST-P y ANH-BVTURA-1-ST-P.

**5.1.2 Identificación de Impactos Ambientales con Proyecto.** Determinados los impactos ambientales provocados en el área por la acción antrópica, se obtienen los impactos reales que aumenten o sean desencadenados por los proyectos de perforación de los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P; se toman en cuenta todos aquellos impactos que tengan alguna probabilidad o certeza de ocurrencia por las condiciones del medio. Los impactos son evaluados

independientemente del manejo ambiental que debe ser implementado por las compañías contratista que participen en los proyectos.

La identificación de impactos implica la combinación de los estudios ambientales, socioeconómicos y culturales realizados en las áreas de influencia directa e indirecta de los proyectos, estas fueron definidas de la siguiente forma:

- ANH-BVTURA-1-ST-P. comunidad del barrio Isla de la Paz del municipio de Buenaventura (Valle del Cauca).
- ANH-PATIA-1-ST-P. comunidad de la vereda Canto Llano del municipio de Mercaderes (Cauca).

**5.1.2.1 Actividades Asociadas al Proyecto y su Impacto.** Durante la fase de planeación se propone una lista de las actividades que se desarrollarán durante la ejecución del proyecto, se identificaron los posibles impactos que generarían estas actividades exploratorias en el área de influencia y para las cuales se establecen los lineamientos de manejo social y ambiental. Un resumen de las actividades se presenta en la Tabla 36, a continuación:

**Tabla 36.** Actividades Desarrolladas Durante la Perforación de Pozos Estratigráficos.

Fase del Proyecto	Actividades	Impacto/Consecuencia.
<b>Inicio de Actividades.</b>	Solicitud de permisos, contratación de personal, demanda de bienes y servicios.	Aumento en la tasa de empleo y aumento de oferta que favorece a los comerciantes de la región.
<b>Ejecución de obras civiles.</b>	Construcción de vías de acceso y locación del pozo, movilización de equipos, maquinarias y personal	Cambios en el uso del suelo producidas por el desmonte y el descapote
<b>Construcción de plataforma de perforación.</b>	Movilizar y armar los equipos para la perforación tales como taladro, motores de generación de energía, malacates, contenedores, tanques portátiles, etc.	Durante esta fase se inicia la contratación de personal no calificado que requiere la perforación
<b>Perforación del pozo estratigráfico.</b>	Actividades, procesos u operaciones requieren el aprovechamiento de recursos naturales.	Generación de una serie de residuos líquidos y sólidos domésticos e industriales, ruido y emisiones atmosféricas; cuyos impactos potenciales son reconocidos ampliamente
<b>Toma de registros.</b>	Toma de registros para establecer evaluar la litología en profundidad del pozo.	Disminución notable en el volumen de generación de residuos sólidos y líquidos, Manejo de los materiales radiactivos utilizados durante las labores de registro.
<b>Desmantelamiento.</b>	Se retiran los equipos utilizados durante la perforación.	Se generan residuos que deben ser manejados correctamente de acuerdo con los parámetros y lineamientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental
<b>Clausura y recuperación de las áreas intervenidas.</b>	Finalmente se lleva a cabo la clausura y recuperación de las áreas intervenidas.	Revegetalización de las zonas afectadas.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

Con respecto a las actividades anteriormente mencionadas, se analizó la evolución de aspectos como la vegetación, la fauna, el suelo, el agua superficial y subterránea, la calidad de vida, las actividades económicas, la explosión demográfica, el desarrollo vial, etc., teniendo como base la información disponible de estudios ambientales realizados en el área, la consulta de documentos de las administraciones municipales y la inspección de campo hecha por la empresa consultora.

Identificadas las acciones y los factores del medio ambiente que, presumiblemente, serán impactados por el proyecto, se lleva a cabo la valoración cualitativa de los impactos identificados.

Esta herramienta es fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de los aspectos que la definen y en definitiva de los impactos es absolutamente necesaria, como se realiza a continuación (ver tablas 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 y 45):

- **Suelos**

**Tabla 37.** Evaluación de impactos suelos.

<b>Efectos Producidos / Actividad Impactante</b>			
<b>Factor Ambiental</b>	<b>Efectos Producidos</b>	<b>Actividad Impactante</b>	<b>Descripción del impacto</b>
Propiedades físico-químicas	Cambio de las propiedades de los suelos	Desmonte y descapote Corte y relleno (vía y locación) Estabilización de taludes Manejo de residuos líquidos y sólidos.	Debido a las diferentes actividades a desarrollar durante el proyecto se podría evidenciar una afectación en algunos sectores donde las propiedades del suelo sufren variaciones.
Usos del suelo	Cambio de usos del suelo	Desmonte y descapote Corte y relleno (vía y locación) Revegetalización	La nueva utilidad que tendrá el suelo alterará el uso actual (antes del proyecto) y el uso potencial o recomendado para dicha área.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

- **Geomorfología**

**Tabla 38.** Evaluación de impactos geomorfología.

<b>Efectos Producidos / Actividad Impactante</b>			
<b>Factor Ambiental</b>	<b>Efectos Producidos</b>	<b>Actividad Impactante</b>	<b>Descripción del impacto</b>
Morfografía	Cambio de formas	Corte y relleno (vía y locación)	Con la construcción de la vía de acceso y locación se tendrán algunos cambios en el relieve, que no son muy relevantes, que con la implementación de las medidas de manejo ambiental para el desarrollo de las obras permitirá una mínima afectación.
Morfodinámica	Generación de procesos erosivos	Desmante y descapote Corte y relleno (vía y locación) Estabilización de taludes.	El desarrollo de las actividades de construcción de la vía de acceso y locación posiblemente generen procesos erosivos, los cuales se podrán minimizar si se ejecutan los correctivos pertinentes.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

- **Aguas Superficiales**

**Tabla 39.** Evaluación de impactos aguas superficiales.

<b>Efectos Producidos / Actividad Impactante</b>			
<b>Factor Ambiental</b>	<b>Efectos Producidos</b>	<b>Actividad Impactante</b>	<b>Descripción del impacto</b>
Calidad física y química del agua superficial	Afectación de la calidad del agua superficial	Movilización de maquinaria Transporte y uso de material de construcción Perforación Manejo y disposición de Residuos Cierre de piscinas y/o cierre de tanques	Las diferentes actividades desarrolladas para la construcción de la vía de acceso y la locación, como para la perforación afectan las características físicas y químicas del agua.
	Afectación de características microbiológicas	Manejo y disposición de Residuos	La presencia de personal en la zona para llevar a cabo las diferentes actividades del proyecto afectan las características biológicas del agua, por la disposición de las aguas negras.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

- **Aguas subterráneas**

**Tabla 40.** Evaluación de impactos aguas subterráneas.

Efectos Producidos / Actividad Impactante			
Factor Ambiental	Efectos Producidos	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Características físico-químicas	Alteración de propiedades físico-químicas	Construcción de vía y plataforma Perforación Desmantelamiento y abandono	Una inadecuada acción durante el manejo de residuos sólidos y líquidos durante las etapas de construcción, perforación y desmantelamiento, en la que no se desarrollen adecuadamente las prácticas y no se utilicen los respectivos insumos, genera una posible y mínima alteración en las propiedades físico-químicas de las aguas subterráneas.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

- **Aire**

**Tabla 41.** Evaluación de impactos aire.

Efectos Producidos / Actividad Impactante			
Factor Ambiental	Efectos Producidos	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Calidad del Aire	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases	Movilización de maquinaria Desmonte y descapote Corte y relleno (vía y locación) Transporte y uso de material de construcción Perforación Movilización de equipos y tubería Desmantelamiento y salida de equipos	Las emisiones atmosféricas asociadas a gases se presentan derivadas del funcionamiento de los diversos equipos y maquinaria de motor de combustión necesario para la construcción de las obras civiles, durante la perforación. La mitigación de este impacto está en función del empleo de equipos con tecnología actualizada que incluya sistemas de combustión óptima de los gases.

**Tabla 41.** (Continuación).

Factor Ambiental	Efectos Producidos	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Nivel de Polvo	Alteración de la calidad del aire por emisión de partículas sólidas.	Movilización de maquinaria Desmonte y descapote Corte y relleno (vía y locación) Transporte y uso de material de construcción Movilización de equipos y tubería Desmantelamiento y salida de equipos	La dispersión de material particulado, por el movimiento de tierras que se realiza durante la etapa de construcción del proyecto y por la circulación de vehículos en las vías, es un impacto valorado como irrelevante debido a su baja permanencia en el área y a su influencia puntual referida al sitio de realización de las obras y a las vías.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

- **Ruido**

**Tabla 42.** Evaluación de impactos Ruido.

Efectos Producidos / Actividad Impactante			
Factor Ambiental	Efectos Producidos	Actividad Impactante	Descripción del Impacto
Presión Sonora	Aumento en los niveles de presión sonora.	Movilización de maquinaria Desmonte y descapote Corte y relleno (vía y locación) Transporte y uso de material de construcción Montaje de equipos Perforación Movilización de equipos y tubería Desmantelamiento y salida de equipos	El impacto se genera por el funcionamiento de diversos tipos de maquinaria y equipos, los cuales utilizan motores de combustión interna con la consiguiente generación de niveles de presión sonora por encima de los encontrados tradicionalmente en el área del proyecto de perforación.  Es un impacto donde el incremento de los niveles de ruido tiene una permanencia fugaz a temporal, asociada a la duración de las actividades.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

- **Vegetación (Cobertura Vegetal)**

**Tabla 43.** Evaluación de impactos suelos (cobertura vegetal).

Efectos Producidos / Actividad Impactante			
Factor Ambiental	Efectos Producidos	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Cobertura Vegetal	Pérdida de la capa vegetal	Desmonte y descapote Estabilización de taludes Revegetalización	La pérdida de capa vegetal para el proyecto se considera irrelevante ya que se requiere el desmonte y descapote de cobertura vegetal, para la construcción de la vía de acceso y locación, de un área mínima cubierta por potreros con árboles dispersos.
	Restauración de la capa vegetal		Estabilización de taludes y revegetalización de áreas intervenidas en proyecto evitando erosión, es un impacto positivo.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

- **Fauna**

**Tabla 44.** Evaluación de impactos fauna.

Efectos Producidos / Actividad Impactante			
Factor Ambiental	Efectos Producidos	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Especies	Atropellamiento - ahuyentamiento	Movilización de maquinaria Transporte y uso de material de construcción Movilización de equipos y tubería Desmantelamiento y salida de equipos	En el área la presencia de especies faunísticas es muy pobre debido a que la zona del proyecto es un área altamente intervenida con infraestructura industrial en sus alrededores. La fauna asociada se encuentra principalmente en los corredores del estero Aguacatico y la quebrada Aguacatico. Durante las actividades del proyecto se desarrollan actividades que pueden producir el atropellamiento y/o muerte de individuos que se atraviesen en la vía; además del ruido, la presencia de maquinaria y de personal que genera desplazamiento de la mínima fauna presente a otros sitios en busca de protección.

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

- **Componente Socioeconómico**

**Tabla 45.** Evaluación de Componente socio económico.

Efectos Producidos / Actividad Impactante			
Factor Ambiental	Efectos Producidos	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Población activa	Generación de expectativas	Información a la comunidad Contratación y capacitación de personal	Conjunto de inquietudes de las comunidades asentadas en las áreas de Influencia del proyecto acerca de los detalles técnicos (etapas, nivel de intervención sobre los predios, duración) y de la magnitud de la oferta laboral. Posibles discrepancias sobre los mecanismos de selección de personal por parte de las personas que no se sienten beneficiadas.

**Tabla 45.** (Continuación).

Factor Ambiental	Efectos Producidos	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Nivel de empleo	Generación de empleo	Contratación y capacitación de personal	Participación de la comunidad, mediante la contratación de mano de obra no calificada.
Nivel de expectativas	Especulación con el valor de las tierras	Información a la comunidad Negociación de predios y servidumbres	Aumento de los valores de los predios en el área del proyecto como consecuencia de las intervenciones por la construcción de infraestructura (vía de acceso y locación).
Nivel de ingresos	Aumento y diversificación de los ingresos familiares e individuales	Contratación y capacitación de personal	Aumento en el consumo y adquisición de bienes y servicios,
Carreteras y caminos	Deterioro de las vías de acceso	Movilización de maquinaria Transporte y uso de material de construcción Movilización de equipos y tubería Desmantelamiento y salida de equipos	El transporte de maquinaria, equipos y material ocasionan una afectación inmediata y directa sobre el estado de la vía de acceso.
Evidencia arqueológica	Afectación de hallazgos arqueológicos	Desmante y descapote Corte y relleno (vía y locación)	El área presenta un potencial arqueológico bajo, lo que no implica un impacto o riesgo de gran magnitud. Sin embargo, es importante un monitoreo arqueológico durante las actividades de desmante, descapote, corte y relleno.

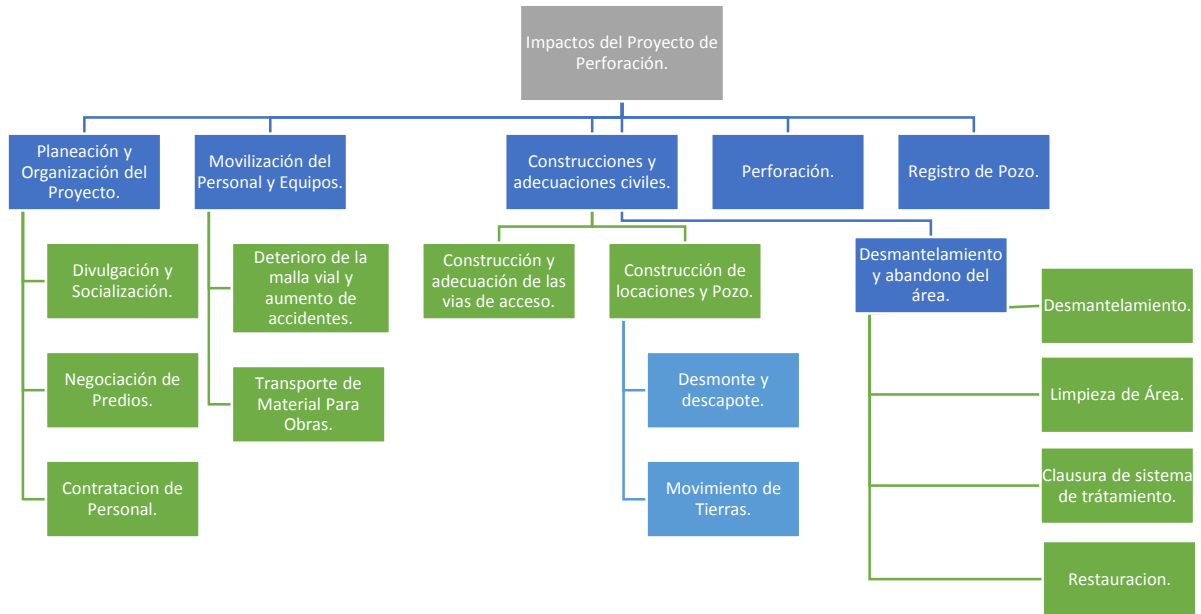
**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

En el Anexo D se presenta la tabla de evaluación de impactos con proyecto, del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

**5.1.3 Análisis de Impactos del proyecto de perforación.** A continuación se presenta una descripción detallada de cada actividad asociada a la perforación de

un pozo estratigráfico. En la Figura 13 se presenta la clasificación de impactos durante la perforación.

**Figura 13.** Clasificación de Impactos durante la perforación.



### 5.1.3.1 Planeación Y Organización Del Proyecto. Actividades asociadas:

- Divulgación y socialización.** La primera actividad de la etapa de planeación es la socialización y divulgación del proyecto entre los habitantes del área de influencia directa de los pozos a perforar y su vía de acceso, autoridades, administración municipal y demás entes u organizaciones interesadas o que se puedan ver afectados por el desarrollo de las diversas etapas contempladas. Principalmente, esto conlleva a generar falsas expectativas entre la comunidad que puede obtener algún beneficio del proyecto, y/o alteración del bienestar comunitario en aquellas personas que estén en desacuerdo o que se ven afectadas por el desarrollo del mismo.

- **Negociación de predios y servidumbres.** Consiste en la negociación del predio para la plataforma de perforación del pozo y derechos de servidumbre para el acceso. Los impactos relacionados con esta actividad corresponden a la generación de falsas expectativas y los conflictos con propietarios.
- **Contratación de personal.** Esta actividad contempla como impactos positivos la generación de empleo, el mejoramiento en la calidad de vida y la variación de la economía local de los habitantes de la región a causa de la contratación de mano de obra no calificada, representado generalmente por un aumento temporal en el poder adquisitivo de estas personas. Un impacto negativo de importancia moderada en esta fase es la generación de falsas expectativas por parte de la comunidad respecto a la contratación de personal y a las remuneraciones, estas expectativas pueden generar incluso aumentos en el costo de los servicios terciarios. Si no se realiza una socialización y divulgación acertada de la magnitud y alcances de la oferta laboral, se puede generar inconformismo entre sus habitantes y crear un deterioro de la imagen de la UIS frente a la comunidad.

**5.1.3.2 Movilización de personal, equipos y materiales.** Las actividades relacionadas con todas las obras civiles previas a la perforación implican el desplazamiento de personal y la instalación de equipos y maquinaria en el área del proyecto. Este proceso será causa del deterioro de las vías, el aumento de la accidentalidad vehicular, deterioro de la calidad del aire por emisiones de fuentes móviles de gases, partículas, ruido y la muerte de animales en la vía, sin embargo se puede prever que este impacto no es significativo y su duración es de carácter transitorio.

Otro impacto relacionado con esta actividad está representado por el deterioro de la calidad del suelo y el agua debido a la producción de residuos como grasas y aceites, propios de las actividades de operación de maquinarias, equipos y

vehículos. El paisaje será otro de los componentes que se verá afectado por esta actividad debido a la intromisión visual de equipo y personal ajeno al medio natural del área.

- ✓ **El deterioro de la malla vial y el aumento de la accidentalidad vehicular.** Se calificó como de importancia LOCALIZADO, ya que el impacto solo se enfoca a la zona focal del proyecto, adicionalmente se calificó como un impacto de importancia ambiental MENOR la afectación a comunidades faunísticas terrestres, el cual hace referencia al atropellamiento o provocar desplazamiento de especies por el exceso de velocidad y por el ruido generado por los motores de los vehículos.
- ✓ **Transporte de material de cantera para la realización de obras.** Esta actividad se encuentra directamente relacionada con el transporte de material de arrastre o cantera desde el sitio de compra definido en las canteras licenciadas más cercanas al área hasta el sitio del proyecto, para lo cual se ha establecido que los impactos más significativos están relacionados con la emisión de gases y partículas por el desplazamiento de fuentes móviles de emisión y la generación de ruido causado por el paso de maquinaria pesada a través de las vías municipales y departamentales.

**5.1.3.3 Almacenamiento de materiales y equipos para la construcción.** Durante el almacenamiento de materiales y equipos para la construcción el principal aspecto ambiental estará representado por la disposición de residuos de mantenimiento y limpieza, afectando directamente la calidad del suelo, calidad del recurso hídrico y alterando la calidad del paisaje por la intromisión de materiales ajenos al entorno.

En esta actividad también está enmarcado el almacenamiento de productos químicos y otros elementos como cemento, combustibles, pinturas, que de no estar bajo piso impermeabilizado, debidamente techados y con los respectivos diques de protección, podrían desencadenar afectaciones graves sobre los cuerpos de agua de la zona y el suelo.

#### 5.1.3.4 Construcciones Y Adecuaciones Civiles. Actividades asociadas:

- ✓ **Construcción, adecuación y mantenimiento de la vía de acceso.** En esta fase se inician las obras civiles, donde los impactos sociales se consideran en mayor cantidad como: la llegada de personal foráneo al área del proyecto, aumento de la tasa de empleo, aumento en el costo de vida y aumento en la demanda de bienes y servicios. Estos impactos actúan sobre los elementos socioeconómicos y han sido evaluados en la etapa de planeación y organización del proyecto. Otro de los impactos es la generación de falsas expectativas por parte de la población, que al enterarse que en la región se están realizando trabajos para la “industria de hidrocarburos”, consideran que las condiciones de vida cambiarán rápidamente.
  
- ✓ **Construcción de la locación del pozo estratigráfico.** Las actividades relacionadas con la construcción de locación de un pozo estratigráfico, están representadas en primera instancia con la remoción de la cobertura vegetal, descapote y los movimientos de tierras, necesarios para adecuar el área para la fundición de las bases para equipos y la instalación de los mismos.
  
- ✓ **Desmante y descapote.** Impactos asociados al desmante y descapote como pérdida de la capa orgánica del suelo y alteración de las propiedades del suelo son considerados de importancia ambiental moderada, dado que aunque su probabilidad de ocurrencia es cierta, es un impacto irreversible y la gravedad del impacto es mínima, teniendo en cuenta que el tipo de vegetación predominante en el área corresponde a árboles dispersos en potrero. De la misma manera se identificó como impacto importante el cambio en el uso del suelo, el cual pasa de fin agropecuario a industrial.

En lo relacionado con la generación de procesos erosivos, dada la topografía plana a ligeramente ondulada del terreno, se espera que la eliminación de capa vegetal no sea un factor agravante en la activación de estos procesos.

Como resultado de la leve intervención de los ecosistemas del área también se identificaron como impactos de importancia ambiental en una calificación baja, la remoción de cobertura vegetal, la afectación a comunidades faunísticas, pérdida de hábitat y modificación del paisaje.

- ✓ **Movimientos de tierra.** Teniendo en cuenta las condiciones topográficas del área y los respectivos movimientos de tierra necesarios para la conformación de la banca de la vía de acceso y la plataforma de perforación, los impactos tales como la activación de procesos erosivos y modificación del paisaje, se consideraron de una importancia ambiental moderada, la cual se atribuye principalmente a su probabilidad de ocurrencia más que a su gravedad. También se tuvieron en cuenta la alteración de las propiedades del agua superficial, modificación del patrón de drenaje natural por aporte de sedimentos resultantes de las excavaciones, alteración de la calidad de aire e incremento de los niveles de ruido.

Otro impacto a tener en cuenta a la hora de realizar los movimientos de tierra es la afectación a áreas de valor histórico y cultural, cuya calificación es de menor relevancia y se atribuye principalmente a su importancia más que a su grado de probabilidad de ocurrencia, puesto que en el diagnóstico arqueológico realizado en la zona no se identificó la presencia o descubrimiento de material cerámico o cualquier otro vestigio. En caso de presentarse un hallazgo arqueológico durante las obras civiles, éste deberá ser reportado inmediatamente al ICANH<sup>17</sup>, para iniciar las labores de reconocimiento y evaluación.

---

<sup>17</sup> Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

Los procesos constructivos serán causa de la pérdida de cobertura vegetal en el área y la consecuente disposición de residuos vegetales y de los materiales producto de los cortes y excavaciones necesarias, lo que incidirá directamente sobre los elementos suelo, flora y fauna, con impactos que van desde leves hasta mayores. Adicionalmente también se considera el deterioro de la calidad del aire por emisiones de fuentes móviles de gases, partículas y ruido, contaminación del agua por derrames de combustibles y sólidos de remoción de tierras, sin embargo se puede prever que este impacto no será significativo y su duración será de carácter transitorio.

El paisaje es uno de los componentes que se verá afectado en mayor proporción por esta actividad debido a la intromisión visual de equipo y personal ajeno al medio natural del área y al cambio en el uso del suelo el cual se establece como un impacto localizado, cuya duración se establece de carácter permanente.

**5.1.3.5 Perforación.** El programa de perforación de un pozo estratigráfico, involucra la movilización y montaje de equipos, funcionamiento de contenedores, funcionamiento del taladro, sistemas de tratamiento, lodos de perforación y pruebas de registro.

Durante esta operación se presentan diversos impactos que están representados por el deterioro de la calidad del suelo, agua superficial y aguas subterráneas durante el desarrollo de la actividad, ocasionado por eventuales derrames de combustible u otras sustancias y por la generación de residuos líquidos y sólidos.

El deterioro de la calidad del aire tiene presencia por la generación de ruido durante el funcionamiento del taladro y las emisiones de gases y partículas originadas por las fuentes fijas de emisión, representadas por los generadores de energía y motores.

El impacto relacionado con la demanda de agua para la etapa de perforación es la presión sobre el recurso hídrico con una calificación ambiental MENOR, esto debido a que el volumen requerido, no genera una presión representativa sobre la disponibilidad del recurso hídrico existente en la zona de estudio.

Otras actividades que revisten cierto riesgo dentro del proceso de perforación están representadas por el almacenamiento y manipulación de sustancias tóxicas o nocivas y el transporte y manejo de combustibles. Esto podría generar una eventual contaminación del suelo o el recurso hídrico, por lo cual deberán ser tomadas medidas de seguridad industrial para la prevención de derrames.

Como generalmente ocurre en un proyecto de perforación estratigráfica, los impactos más significativos o importantes desde el punto de vista ambiental tienen que ver con el manejo y la disposición de los residuos sólidos y líquidos industriales. La inadecuada disposición del agua residual industrial (lodos de perforación, aguas de lavado y escurrimiento contaminadas y/o tratadas) puede causar graves alteraciones de las propiedades físico-químicas del agua superficial y subterránea, de tal forma que se deben seguir las medidas y lineamientos propuestos para realizar el riego por aspersión de las aguas tratadas sobre el campo de infiltración y en el punto de vertimiento propuesto sobre el estero Aguacatico. De igual manera sucede con los residuos sólidos, especialmente con los cortes de perforación, restos de química, restos metálicos, tuberías, protectores de rosca, chatarra, cuya inadecuada disposición puede causar alteración de las propiedades químicas y agrícolas de los suelos, por lo anterior, los impactos mencionados obtuvieron una importancia ambiental MAYOR. Así mismo, esto conllevó a deteriorar la calidad visual del área por la introducción de elementos disarmónicos con el paisaje.

El manejo de aguas de escurrimiento no contaminadas dentro de la locación estará compuesto por canaletas alrededor de la plataforma y un desarenador para entregar el agua al medio. La disposición de estas aguas no causará impactos relevantes

sobre el medio circundante debido a la composición de los efluentes de escorrentía, no obstante, se deben instalar puntos de control antes del desarenador para contener posibles derrames de lodo y evitar que éstos alcancen a tener contacto directo con el medio.

El ruido permanente de los motores podría ocasionar el desplazamiento de la fauna y generar inconformidades en la comunidad aledaña. Se prevé un bajo impacto sobre estos aspectos, los cuales se pueden mitigar con algunas medidas en el plan de manejo.

**5.1.3.6 Pruebas de Registro del Pozo.** Los impactos generados durante la etapa de pruebas de registro de los pozos estratigráficos, están asociados con la movilización e instalación del equipo y la corrida del mismo registro. Para esta actividad no se prevén impactos, sin embargo se deben tomar medidas de seguridad industrial para la movilización de equipos y el manejo de explosivos o materiales radiactivos.

Las pruebas de registro hacen parte de todo el proceso de perforación, por tal motivo el manejo de residuos sólidos y líquidos, la movilización y la operación de equipos y motores estará vinculado directamente con las estrategias destinadas para la etapa de perforación.

**5.1.3.7 Desmantelamiento y abandono del área.** Actividades asociadas:

- ✓ **Desmantelamiento de instalaciones.** Los impactos generados por el desmantelamiento de instalaciones están directamente relacionados con el tráfico vehicular que en su desarrollo ocasiona el deterioro de la vía y afecta la calidad del aire por las emisiones emitidas de las fuentes móviles y el ruido generado por la movilización de maquinaria pesada.

El desmantelamiento y restauración hace referencia al desmonte y desinstalación de la infraestructura que fue utilizada durante el proyecto y la recuperación paisajística de los mismos, además de la disposición final de residuos como partes de equipos, chatarra, tuberías, mangueras, etc., así como los residuos generados en la demolición de estructuras de concreto (cunetas, skimmer y desarenador, exceptuando la placa en concreto); el manejo inadecuado de dichas actividades puede generar impactos relevantes entre los cuales se encuentran la alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, del agua superficial, afectación a comunidades bióticas acuáticas y modificación del paisaje.

- ✓ **Limpieza final del área.** La limpieza final del área está relacionada con la disposición de residuos de limpieza y su consecuente recuperación de la calidad del suelo. Adicionalmente se debe considerar el impacto negativo originado por la posible contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos, debido a la generación de residuos contaminantes originados durante el tratamiento y la disposición final de residuos.
  
- ✓ **Clausura de sistemas de tratamiento.** Una vez finalizada la actividad de perforación de un pozo estratigráfico y tomada la decisión de abandono del área en donde ya no se hacen necesarias las infraestructuras construidas e instaladas para el manejo y tratamiento de residuos, se procederá a la demolición de estas y a la disposición de los residuos sólidos y líquidos confinados en ellas. La disposición de residuos traerá como consecuencia la generación de los impactos de carácter negativo relacionados con la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, con la consecuente pérdida de la calidad del suelo por la disposición de residuos, en el caso en que la actividad se realice de manera inadecuada sin la implementación de las medidas de manejo ambiental correspondientes.

- ✓ **Restauración de áreas afectadas.** Se hace necesaria la restauración de las áreas afectadas mediante la implementación de procesos de reforestación y restauración paisajística, en donde los impactos serán de carácter positivo e irán encaminados a la recuperación de la cobertura vegetal, recuperación del suelo y el mejoramiento paisajístico del área.

**5.1.4 Jerarquización y Clasificación de Impactos.** El siguiente paso dentro de la construcción del Análisis de Impacto Ambiental consiste en la construcción de una relación jerarquizada de los impactos ambientales más importantes que actualmente producen las actividades antrópicas dentro del área de influencia de los proyectos de perforación exploratoria, seguido por los impactos que generará el desarrollo del mismo.

**5.1.4.1 Jerarquización de Impactos.** La jerarquización de los impactos constituye la mejor herramienta para establecer prioridades de conservación y manejo, puesto que evidencia cuales impactos merecen atención especial y por ende mayores esfuerzos de prevención, mitigación, corrección y compensación. Gracias a la jerarquización de impactos se establecen las actividades antrópicas actuales de la región y las etapas del proyecto que afectan y afectarán en mayor proporción al medio ambiente. Se establece un orden jerárquico de los impactos adversos de acuerdo con una escala de valores dada por la calificación de la importancia ambiental, es decir, se organizaron desde el impacto que alcanza el mayor valor negativo hasta el de menor afectación. La jerarquización se lleva a cabo en los dos escenarios ya que se aplica a los impactos desarrollados por las actividades actuales en el área de influencia y los que van a generar el proyecto.

De acuerdo con la Jerarquización de Impactos en ambos proyectos, las actividades que más afectan el ambiente, son la explotación de la madera, la industria portuaria, la pesca y la ganadería local.

En el Anexo D, se presentan la Tabla D-4 jerarquización los impactos más importantes presentes actualmente en el área y la Tabla E-5 la Jerarquización de impactos producidos por el proyecto

**5.1.5 Resumen de la calificación ambiental.** Este es el último paso, posterior a la descripción, clasificación y jerarquización de los impactos ambientales que podría desencadenar los proyectos de perforación, consiste en establecer una síntesis general, que permita evidenciar de una manera global, si la afectación sobre el ambiente es: Leve, Menor, Localizada, Mayor o Masiva.

En el Anexo D, se presentan En la Tabla D-6 se presenta el resumen de la calificación ambiental.

En el caso específico del proyecto ANH-BVTURA-ST-P y de acuerdo con los resultados de las matrices de valoración de impactos, se puede concluir que el proyecto es de impacto MEDIO, puesto que en las cuatro etapas predominan los impactos negativos de importancia ambiental MENOR y LOCALIZADO. La etapa que mayor número de impactos negativos registra es la de perforación, seguida de por la de obras civiles, el desmantelamiento y restauración y finalmente la etapa pre operativa, en la cual se realizan las menores intervenciones del proyecto y donde los impactos están asociados principalmente al componente social.

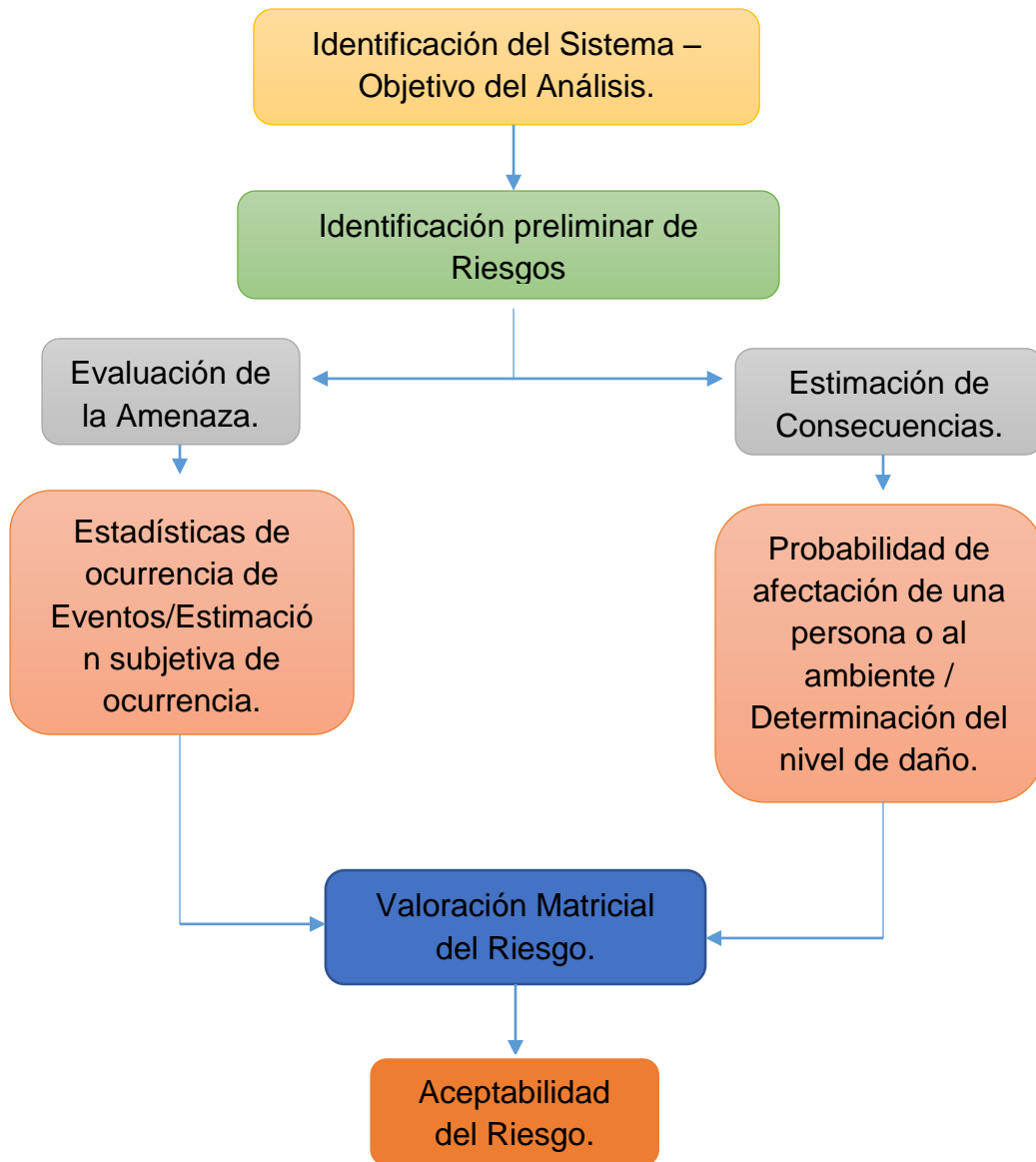
En general se puede concluir que los impactos generados por el proyecto actúan preferencialmente sobre el factor físico y biótico del área, mientras que en el componente social los impactos serán menores y con tendencia a ser positivos.

## 5.2 ANÁLISIS DE RIESGOS

El análisis de riesgo es un conjunto de procedimientos cualitativos y cuantitativos, desarrollados en forma sistemática, que permiten evaluar el riesgo, con base en la estimación de frecuencias y el nivel de consecuencias de eventos no deseados que tiene el poder de afectar personas, medio ambiente y operatividad del proceso. La metodología de análisis de riesgo empleada durante la perforación de los pozos estratigráficos por parte de la UIS, se basó fundamentalmente en el marco teórico propuesto en la norma API-RP-581, donde se sientan las bases para la realización de un análisis cuantitativo de riesgos, asimismo se utiliza la matriz de riesgo como una técnica de carácter semicuantitativo de valoración de riesgos. La figura 14 establece un resumen gráfico de las metodologías aplicadas en el presente análisis.

**5.2.1 Marco Normativo.** La implementación del análisis de riesgos se da de acuerdo con el Decreto 919 de 1989 el cual reglamenta la organización y funcionamiento del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD) y el Decreto 321 de 1999 que establece el Plan Nacional de Contingencias contra derrames de hidrocarburos, la perforación de un pozo estratigráfico, está sujeta a un análisis y evaluación del riesgo, teniendo como base las circunstancias, eventualidades o contingencias que en el desarrollo de las obras civiles, transporte y movilización de equipos y perforación puedan generar emergencias que afecten vidas humanas, al medio ambiente o infraestructuras.

**Figura 14.** Diagrama lógico de un análisis de riesgo.



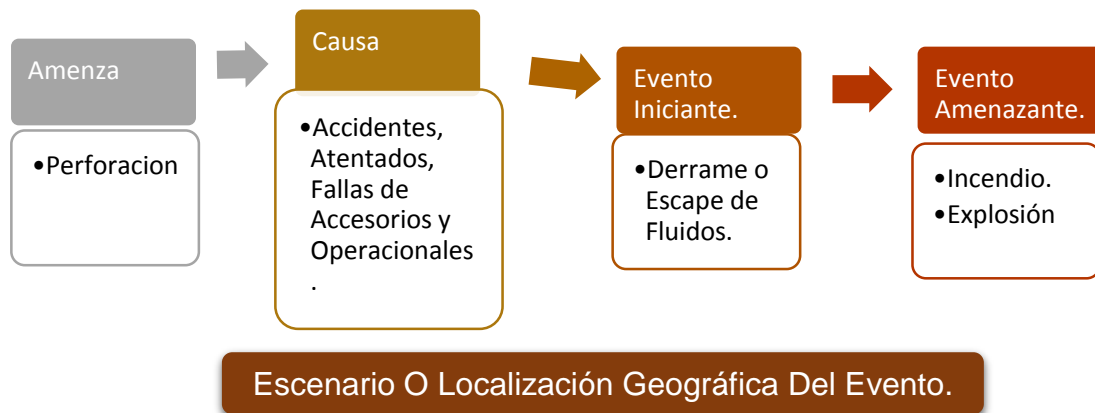
**Fuente:** Modificado por los autores de Figura 7, EVALUACION AMBIENTAL Y ANALISIS DE RIESGO ANH-BVTURA-ST-P.

**5.2.2 Marco Conceptual y Definiciones.** A continuación se presentan algunas definiciones claves:

**5.2.2.1 Amenaza.** La amenaza es la condición física o química de origen natural, tecnológico o humano, con el potencial destructivo de causar consecuencias no deseables o daños serios sobre la población, la infraestructura o el ambiente. Su

magnitud se expresa en términos de la probabilidad de ocurrencia del evento peligroso dentro de un lapso específico de tiempo en un área determinada, en la figura 15 se presenta un ejemplo del desarrollo de una amenaza.

**Figura 15.** Desarrollo de una amenaza.



✓ **Desarrollo de eventos amenazantes operacionales**

En la Tabla 46 se presenta un resumen de los principales escenarios operacionales identificados para la perforación de un pozo estratigráfico.

**Tabla 46.** Desarrollo de eventos amenazantes operacionales.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
Perforación del Pozo	Los eventos de potencial ocurrencia en cabeza de pozo son los generados por escapes súbitos de gas (si está presente) y crudo a gran presión, considerados como “chorros de fuego”, pero que son denominados en la industria del petróleo como <b>BLOWOUT</b> . Este evento se caracteriza por una descarga vertical a alta presión, donde su efecto es limitado, debido a la dirección de la llama, pero su control durante la emergencia implica recursos no considerados durante las actividades normales del proyecto exploratorio.
	La no ignición temprana puede determinar dispersión de los vapores desprendidos desde la piscina de producto, con un desarrollo final en <b>llamarada</b> .

**Tabla 46.** (Continuación)

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
<p><b>Líneas de alta presión</b></p>	<p>Estas líneas se refieren a las tuberías y mangueras que salen de las bombas y manejan fluidos a alta presión y llegan de igual forma al stand pipe; también se incluyen dentro de esta categoría las líneas de seguridad para el manejo de gases que se puedan generar durante la perforación. Los eventos de mayor potencial de ocurrencia son las roturas de estas líneas, las cuales determinan en fugas de productos o gases o también se presenta la liberación de elementos sólidos (tubería) a gran velocidad que pueden causar daños sobre la infraestructura o sobre los trabajadores. Desde el punto de vista del gas, los escenarios considerados son los incendios de las fugas presurizadas de gas, denominadas <b>chorros de fuego</b>.</p>
<p><b>Área de Bombas de transporte de combustible al campo de motores y bombas del taladro</b></p>	<p>Normalmente el escenario dado en las bombas es el de fugas menores a través de los sellos. De acuerdo con la presión manejada la descarga líquida puede salir atomizada inicialmente, sin embargo el comportamiento varía a una liberación continua de mayor tamaño de gota, donde el desarrollo final es la formación de un charco de producto con posterior <b>incendio de la piscina de producto</b>, en el caso de las bombas de transferencia de combustible al compound de motores.</p>
<p><b>Tanques de almacenamiento de combustible</b></p>	<p>El combustible para consumo del taladro y para vehículos se almacenará en tanques horizontales o verticales, contenidos dentro de un dique. El evento esperado es una rotura del tanque, con derrame al interior del dique y posterior incendio del mismo. El peor escenario sería la formación de un incendio externo que impactará el tanque y determinará la rotura catastrófica del recipiente, generando la liberación instantánea del contenido del tanque. El incendio de esta masa formada se denomina como <b>bola de fuego</b>.</p>

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

A continuación se presentan algunos criterios de clasificación de las amenazas identificadas de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia del fenómeno, En la tabla 47, se presenta la clasificación de frecuencias para eventos amenazantes.

**Tabla 47.** Clasificación de frecuencias para eventos amenazantes.

ÍNDICE	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Improbable	Menos de un caso en de 100 años
2	Muy Eventual	Hasta 1 caso cada 30 años
3	Ocasional	Hasta 1 caso cada 15 años
4	Probable	Hasta 1 caso cada 5 años
5	Muy probable	Más de 1 caso al año

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

**5.2.2.2 Vulnerabilidad.** Es la susceptibilidad de un elemento o conjunto de elementos de un sistema a sufrir daño o fallas ante la presencia de un fenómeno que, por su magnitud, es potencialmente destructivo o desestabilizador. La identificación de las categorías de consecuencias o factores de vulnerabilidad, dentro de un análisis de riesgo, permiten determinar los efectos negativos que sobre el sistema puedan tener los siniestros que llegaran a presentar. Para efectos del análisis de riesgo de las instalaciones de perforación de un pozo estratigráfico, se plantean los siguientes factores de vulnerabilidad:

- ✓ **Salud y vidas humanas:** Se refiere al número, tipo y gravedad de las víctimas que se pueden producir entre empleados, personal de emergencia y la comunidad.
- ✓ **Condición Operativa:** Se refiere a la gravedad del evento con respecto a la suspensión de la operación de perforación del pozo.

- ✓ **Medio Ambiente:** Hace referencia al grado de afectación del medio ambiente con respecto a eventos que puedan amenazar el estado natural de ecosistema circundante.

En la tabla 48, se presenta una clasificación general de la vulnerabilidad:

**Tabla 48.** Criterios de calificación de vulnerabilidad.

CALIFICACIÓN	GRAVEDAD DE LAS VÍCTIMAS
5	CATASTRÓFICA (Desde una muerte)
4	CRÍTICA (Incapacidad total permanente)
3	SIGNIFICATIVA (Incapacidad parcial permanente, retención forzosa)
2	MARGINAL (Lesiones leves, incapacidad temporal)
1	INSIGNIFICANTE (Sin lesiones o lesiones sin incapacidad)
CALIFICACIÓN	GRAVEDAD PARA LA OPERACIÓN
5	CATASTRÓFICA (Suspensión mayor de 60 días)
4	CRÍTICA (Suspensión entre 30 y 60 días)
3	SIGNIFICATIVA (SUSPENSIÓN ENTRE 5 Y 30 DÍAS)
2	MARGINAL (SUSPENSIÓN ENTRE 2 Y 5 DÍAS)
1	INSIGNIFICANTE (SUSPENSIÓN HASTA DE 2 DÍAS)
CALIFICACIÓN	GRAVEDAD PARA EL MEDIO AMBIENTE
5	DESASTROSA (Impactos graves o irreversibles de cobertura regional)
4	CRÍTICA (Impactos significativos de cobertura regional y local)
3	SIGNIFICATIVA (Impactos significativos de cobertura puntual)
2	MARGINAL (Impactos significativos a medios, de cobertura puntual)
1	INSIGNIFICANTE (Impactos medios y no significativos)

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

**5.2.2.3 Riesgo.** Se define como la magnitud probable esperada de daños o fallas de uno o más elementos de un sistema, dentro de un territorio y de un periodo dados, ocasionados por el desencadenamiento de un fenómeno peligroso. El

Riesgo (R) es, por tanto, función de un peligro potencial o amenaza y de la vulnerabilidad de los elementos a tal amenaza.

$$R = A * V \quad (12)$$

Para la valoración del riesgo se plantea una matriz (ver tabla 49), en donde se enfrenta un valor de amenaza (número matricial de amenaza) con un valor de consecuencia (número matricial de consecuencia). El valor máximo del riesgo es de 25, correspondiente a un valor de probabilidad máximo de 5, multiplicado por una gravedad máxima de 5.

**Tabla 49.** Matriz de riesgo.

GRAVEDAD RELATIVA						
PROBABILIDAD		INSIGNIFICANTE	MARGINAL	SIGNIFICATIVO	CRÍTICO	CATASTRÓFICO
RELATIVA		1	2	3	4	5
MUY PROBABLE	5	5	10	15	20	25
PROBABLE	4	4	8	12	16	20
OCASIONAL	3	3	6	9	12	15
MUY EVENTUAL	2	2	4	6	8	10
IMPROBABLE	1	1	2	3	4	5

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

Para cada riesgo en particular pueden establecerse las siguientes categorías:

- ✓ **Riesgo aceptable.** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que la combinación de la probabilidad-gravedad, no representa una amenaza significativa por lo que no amerita la inversión inmediata de recursos y no requiere una acción específica para la gestión sobre el factor de vulnerabilidad considerado en el escenario.

- ✓ **Riesgo tolerable.** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que aunque deben desarrollarse actividades para la gestión sobre el riesgo, éstas tienen una prioridad de segundo nivel.
- ✓ **Riesgo inaceptable.** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que se requiere siempre desarrollar acciones prioritarias e inmediatas para su gestión, debido al alto impacto que tendrían sobre el sistema.

En la Tabla 50 se presenta la matriz de aceptabilidad de riesgos para cada nivel.

**Tabla 50.** Matriz de aceptabilidad de riesgo.

GRAVEDAD RELATIVA						
PROBABILIDAD		INSIGNIFICANTE	MARGINAL	SIGNIFICATIVO	CRÍTICO	CATASTRÓFICO
RELATIVA		1	2	3	4	5
MUY PROBABLE	5	ACEPTABLE	TOLERABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE
PROBABLE	4	ACEPTABLE	TOLERABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE
OCASIONAL	3	ACEPTABLE	TOLERABLE	TOLERABLE	INACEPTABLE	INACEPTABLE
MUY EVENTUAL	2	ACEPTABLE	ACEPTABLE	TOLERABLE	TOLERABLE	INACEPTABLE
IMPROBABLE	1	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	TOLERABLE	TOLERABLE

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

**5.2.2.4 Niveles de Planificación y de Intervención del Riesgo.** La aceptabilidad de riesgos está directamente relacionada con los niveles de planeación y de intervención del riesgo. Cada nivel de planeación se define a continuación:

- ✓ **No Plan.** Corresponde a un riesgo aceptable. Como se explicó anteriormente este escenario significa que la combinación de probabilidad-gravedad no representa una amenaza significativa, por lo que no amerita la inversión de

recursos especiales de preparación, es decir no se tiene en cuenta en el plan de contingencias de la operación.

- ✓ **Plan General.** Corresponde a un riesgo tolerable. Un escenario situado en esta región de la matriz significa que aunque debe diseñarse una respuesta para dichos casos ésta debe ser de carácter general. La atención de estos escenarios debe estar incluida en el Plan de Contingencia del pozo, a manera de medidas genéricas.
  
- ✓ **Detallado.** Corresponde a un riesgo inaceptable. Un escenario situado en esta región exige siempre diseñar una respuesta detallada a las contingencias y amerita realizar inversiones particulares para cada uno de dichos escenarios, en el caso de ambos pozos estratigráficos, se requiere incluir medidas especiales y específicas en el Plan de Manejo Ambiental.

Las estrategias de intervención están encaminadas a prevenir o proteger o una combinación de las dos, siempre considerando una firme decisión de “asumir” la responsabilidad que requiere el desarrollo de cada etapa y “financiar” las acciones que se desprendan de la planeación.

Las estrategias de prevención están enfocadas a los riesgos definidos como inaceptables y pretenden atacar las causas de estos eventos amenazantes.

Entre tanto las estrategias de protección están definidas principalmente para los riesgos establecidos como aceptables o tolerables y en especial a las consecuencias de estos eventos amenazantes.

En la Tabla 51 se presenta la matriz de los niveles de planeación para cada nivel.

**Tabla 51.** Matriz de niveles de planeación.

GRAVEDAD RELATIVA						
PROBABILIDAD		INSIGNIFICANTE	MARGINAL	SIGNIFICATIVO	CRÍTICO	CATASTRÓFICO
RELATIVA		1	2	3	4	5
MUY PROBABLE	5	NO PLAN	GENERAL	DETALLADO	DETALLADO	DETALLADO
PROBABLE	4	NO PLAN	GENERAL	DETALLADO	DETALLADO	DETALLADO
OCASIONAL	3	NO PLAN	GENERAL	GENERAL	DETALLADO	DETALLADO
MUY EVENTUAL	2	NO PLAN	NO PLAN	GENERAL	GENERAL	DETALLADO
IMPROBABLE	1	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN	GENERAL	GENERAL

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

**5.2.2.5 Evaluación de probabilidades.** Dependiendo del valor de probabilidad, el siniestro se puede dividir en seis categorías como se define en la tabla 52 a continuación:

**Tabla 52.** Categorías de los siniestros.

PROBABILIDAD	DEFINICIÓN	OCURRENCIA CASOS	PUNTOS
<b>Frecuente</b>	Posibilidad de ocurrencia alta. Sucede en forma reiterada.	1 al mes	6
<b>Moderado</b>	Posibilidad de ocurrencia media. Sucede algunas veces.	1 entre 6 y 12 meses	5
<b>Ocasional</b>	Posibilidad de ocurrencia limitada. Sucede pocas veces.	1 entre 1 a 5 años	4
<b>Remoto</b>	Posibilidad de ocurrencia baja. Sucede en forma esporádica.	1 entre 6 a 10 años	3
<b>Improbable</b>	Posibilidad de ocurrencia muy baja. Sucede en forma excepcional.	1 entre 11 a 19 años	2
<b>Imposible</b>	De difícil posibilidad de ocurrencia. No ha sucedido hasta ahora.	1 en 20 años o más	1

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

Para determinar los valores anteriores, la compañía operadora del proyecto tendrá en cuenta la capacitación de los trabajadores involucrados en las actividades de construcción de la plataforma y vía de acceso y el personal involucrado en las actividades operativas (perforación y registros).

➤ **Consideraciones sobre los Escenarios**

A continuación se presentan las consideraciones generales que se tuvieron en cuenta para calificar la probabilidad de ocurrencia en los escenarios identificados.

✓ Bodega de Almacenamiento de Químicos, Materiales de Perforación y Combustibles.

El área donde se realizará el almacenamiento de combustibles, aceites y/o lubricantes, químicos, y materiales de perforación, mantendrá durante las construcciones y actividades operativas un pequeño stock del material, ocupando un área pequeña, disminuyendo el riesgo de contingencias.

✓ Rutas de Movilización de Personal y Equipos.

Existe la posibilidad que durante el recorrido de los vehículos se presenten accidentes de tránsito por falta de mantenimiento de los vehículos o por errores humanos en la conducción de los mismos. Se puede disminuir la probabilidad de que suceda el evento utilizando vehículos, maquinaria y equipos de modelo reciente, con su respectivo mantenimiento preventivo y correctivo, además de ser conducidos por conductores experimentados y entrenados en manejo preventivo y defensivo.

✓ Áreas Externas a la Localización (plataforma).

Para realizar la calificación de esta variable, la compañía operadora tendrá en cuenta que las áreas más cercanas a las áreas de perforación (área de influencia directa del proyecto) y las recorridas por los vehículos (áreas de influencia indirecta

del proyecto) se encuentran dentro de zonas altamente intervenidas y con alto flujo vehicular por las actividades que hacen referencia al puerto de Buenaventura.

✓ Rutas de Movilización de Vehículos Transportistas.

La posibilidad de que durante el recorrido de los vehículos pesados que transportan equipos y combustible se presenten accidentes de tránsito por culpa de terceros o por falta de mantenimiento de los vehículos o por errores humanos en la conducción de los mismos es baja. Si bien el evento es probable, se contará con automotores de modelos recientes, con el debido mantenimiento técnico mecánico (tanto preventivo como correctivo) y con un cuerpo de conductores con la experiencia y capacitación en manejo preventivo y defensivo.

✓ Etapa de Perforación - Plataforma del Taladro (Plataforma de Perforación)

Durante el desarrollo de la etapa operativa del proyecto se presenta la posibilidad de ocurrencia de incidentes y/o accidentes de tipo operacional, como consecuencia de caídas o mal uso de equipos y herramientas, los cuales a su vez pueden generar lesiones personales. Se considera también la gravedad de un derrame de lodo de perforación y/o combustible que alcance a tener contacto directo con el medio y los cuerpos de agua circundantes como lo son el estero Aguacatico y la quebrada Aguacatico.

Aunque la etapa operativa del proyecto siempre se realiza controlando el pozo con el peso del lodo de perforación, con la cementación de las paredes de la sección del hueco ya perforado y con las válvulas de las preventoras de reventones instaladas en cabeza de pozo, el caso de un “Blow out” debido a fallas humanas, fallas de los equipos involucrados en la operación o presiones no consideradas en el diseño del pozo, ocasionaría daños graves en el mismo y en el personal que se encuentra laborando en inmediaciones del taladro.

En la tabla 53 se consignan los valores asignados de probabilidad de acuerdo a la categoría de siniestros presentada anteriormente.

**Tabla 53.** Valores de probabilidad asignados.

ÁREA	ACCIDENTE OPERACIONAL	ATENTADO
Bodega de almacenamiento de Químicos	2	2
Rutas de movilización del personal y equipos	4	5
Áreas externas de la localización (plataforma)	3	5
Ruta de movilización de vehículos transportistas	4	5
Plataforma de perforación.	3	3

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

A continuación, en la tabla 54, se presenta la Matriz de evaluación de riesgos, con la cual se construyó el respectivo mapa de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo.

**Tabla 54.** Valores de probabilidad asignados.

TIPO DE RIESGO	EVALUACIÓN DE RIESGOS						
	AMENAZA	CAL.	VULNERABILIDAD	CAL.	RIESGO	CAL.	NIVEL DE RIESGO
DAÑO POR TERCEROS	Terrorismo y sabotaje	4	Retención temporal de personal o suspensión prolongada de labores.	3	Atentados, Secuestros, Extorsión.	12	INACEPTABLE
	Delincuencia común	4	Interrupción de operaciones por un período menor de 5 días y/o lesiones leves con incapacidad temporal del personal.	2	Hurto de equipos o maquinaria, así como abordamiento al personal.	8	TOLERABLE
ACCIDENTE OPERACIONAL	Accidentalidad de vehículos	4	Incapacidad parcial definitiva o lesiones graves.	3	Lesiones graves de personas involucradas en estrelladas.	12	INACEPTABLE
	Accidentes de trabajo.	4	Incapacidad temporal de trabajadores.	2	Cortadas, machucones, raspaduras, quemadas, etc.	8	TOLERABLE
		5	Afectación catastrófica del trabajador	2	Fallecimiento del trabajador	10	INACEPTABLE
	Derrames en el almacenamiento y/o transporte de productos.	4	Interrupción de la operación por hasta 2 días.	1	Derrames de productos en el almacenamiento, trasiego o carga.	4	ACEPTABLE

**Tabla 54.** (Continuación).

TIPO DE RIESGO	EVALUACIÓN DE RIESGOS						
	AMENAZA	CAL.	VULNERABILIDAD	CAL.	RIESGO	CAL.	NIVEL DE RIESGO
ACCIDENTE OPERACIONAL	Derrames en la conducción de H.C.	4	Efectos negativos sobre el medio ambiente.	2	Derrames en accidentes de tránsito de vehículos transportadores de combustible.	8	TOLERABLE
	Incendio o explosión de instalaciones.	2	Riesgo mortal e interrupciones prolongadas de operaciones. Medio ambiente.	5	pérdida de vidas, suspensión de actividades, contaminación ambiental, etc.	10	INACEPTABLE
	Reventón de pozo	5	Suspensión entre 30 y 60 días	2	Daño total del pozo y su infraestructura	10	INACEPTABLE
FENÓMENO NATURAL	Inundaciones	4	Obstrucción de vías e inundación de instalaciones.	2	Deterioro de vías de acceso e instalaciones por crecidas de ríos en época de lluvias.	8	TOLERABLE
	Sismicidad	4	Suspensión entre 2 y 5 días	2	Daños en la infraestructura de perforación.	8	TOLERABLE
	Incendios Forestales	4	Suspensión entre 2 y 5 días	2	Daños en la infraestructura de perforación.	8	TOLERABLE

**Fuente:** Gestión de Permiso de Vertimientos, Memorias de Cálculo, Planos Sistema de Tratamiento Aguas Domesticas e Industriales Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

## 6. PLAN DE CONTINGENCIA

Un Plan de Contingencia Ambiental es el conjunto de normas y procedimientos generales destinados a prever y a controlar en forma oportuna y adecuada, las situaciones de riesgo ambiental. Se basa en el análisis de vulnerabilidad, y su fin primordial es definir las acciones a seguir en cualquier situación de emergencia o de desastre.

A pesar de que hoy en día existe la tecnología para la prevención de condiciones anómalas durante la perforación de pozos y en el desarrollo de sus actividades conexas, como son las construcciones civiles, el transporte de maquinarias, las pruebas de producción, etc., no se descartan por completo dichas situaciones y por lo tanto se debe contar con un plan estructurado donde estará involucrado todo el personal de labor y donde estarán detalladas todas las pautas que se deben seguir y la responsabilidad de cada quién, con el fin de superar el problema de una forma ágil y ordenada en el caso de que eventualmente se presente.

La formulación de este plan, está sujeta al orden de prioridades de protección de elementos del medio, como se presenta a continuación:

- 1) La vida humana de los trabajadores que laboran en las actividades de perforación del pozo.
- 2) Los cuerpos de agua como caños y ciénagas, entre otros, más próximos a la plataforma de perforación.
- 3) El suelo en las plataformas, corredores de acceso y el entorno de las mismas.
- 4) La vegetación aledaña a las plataformas.
- 5) Los equipos de perforación, la maquinaria, los vehículos y los materiales.

El Plan de Contingencia implementado para aplicar en un pozo estratigráfico, estará soportado en las prioridades de protección anteriormente mencionadas.

A continuación se describe el plan desarrollado en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

## 6.1 ANÁLISIS DE RIESGOS

De acuerdo con el Decreto 919 de 1989 el cual reglamenta la organización y funcionamiento del SNPAD<sup>18</sup> y el Decreto 321 de 1999 que establece el Plan Nacional de Contingencias contra derrames de hidrocarburos, el área de influencia del proyecto de perforación exploratoria, está sujeta a un análisis y evaluación del riesgo, teniendo como base las circunstancias, eventualidades o contingencias que puedan generar emergencias que afecten las vidas humanas, al medio ambiente, infraestructuras e imagen de la empresa.

Según lo establecido en los términos de referencia HI-TER-1- 02 expedidos por el MAVDT<sup>19</sup>, la evaluación del riesgo es una función que depende de la probabilidad de ocurrencia de la emergencia y de la gravedad de las consecuencias de la misma; el análisis del riesgo involucra por tanto, la evaluación de la amenaza y la evaluación de la vulnerabilidad de acuerdo con la estimación de las consecuencias. El riesgo (R) se define como la probabilidad de que una amenaza se haga realidad provocando daños sobre las personas, el ambiente, los bienes y la imagen de la empresa. Se obtiene del producto entre la amenaza (A) y la vulnerabilidad (V) de los elementos expuestos, según lo dispuesto en la legislación colombiana<sup>20</sup>. El riesgo (R) es, por tanto, función de la frecuencia de ocurrencia de un peligro potencial o un evento amenazante y de la vulnerabilidad de los elementos a tal evento amenazante.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

---

<sup>18</sup> Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

<sup>19</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS.

<sup>20</sup> Decreto 919 de 1989, Artículo 12.

## 6.2 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

La amenaza es la condición física, química o biológica de origen natural, tecnológico o humano, con el potencial destructivo de causar consecuencias no deseables o daños serios sobre la población, la infraestructura o el ambiente. Su magnitud se expresa en términos de probabilidad, la cual a su vez, es función de la frecuencia de ocurrencia del evento peligroso dentro de un lapso específico de tiempo en un área determinada.

A continuación, se presentan los criterios de clasificación de las amenazas identificadas de acuerdo con la probabilidad y frecuencia de ocurrencia del fenómeno, los cuales fueron tomados de la matriz RAM<sup>21</sup> utilizada para la evaluación del riesgo de ECOPETROL:

A – No ha ocurrido en la industria.

B – Ha ocurrido en la industria.

C – Ha ocurrido en la empresa.

D – Sucede varias veces por año en la empresa.

E – Sucede varias veces por año en la Regional.

La evaluación de la probabilidad se basa en la experiencia y en este caso hace referencia a la probabilidad de materialización de las amenazas identificadas.

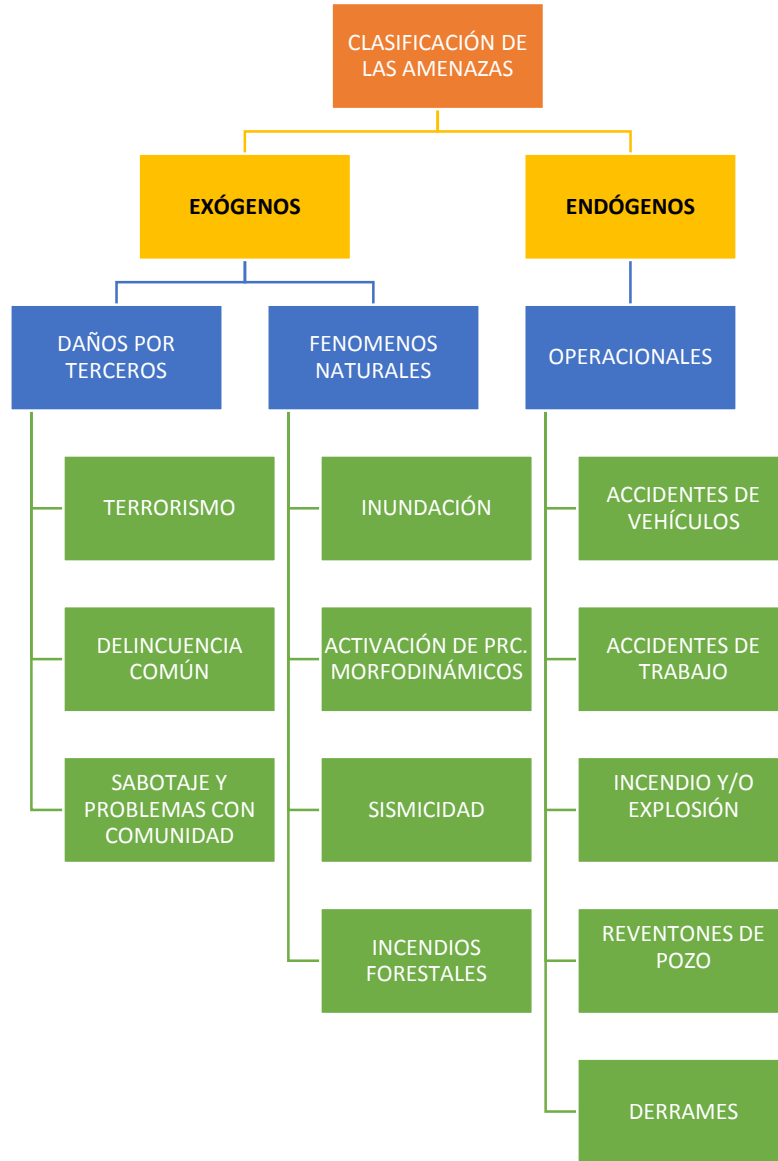
**6.2.1 Identificación de amenazas del proyecto exploratorio del área de interés (Mercaderes Cauca).** Para el caso del proyecto de perforación estratigráfica en el área de interés (Mercaderes Cauca), se identificaron tres posibles tipos de amenazas generadoras de consecuencias potenciales en las personas, bienes

---

<sup>21</sup> *Risk Assessment Matrix*, Matriz de valoración de riesgos.

(económicos), medio ambiente y/o imagen de la empresa, como se puede ver en la Figura 16.

**Figura 16.** Identificación de amenazas para el desarrollo del proyecto.



**6.2.2 Daños por terceros.** Son aquellas acciones ejecutadas por personal ajeno a la empresa que algunas veces pueden ser con mala intención tales como: robo de elementos, atentados, vandalismo, accidentes por desarrollo de otras actividades

en áreas cercanas, invasión de terrenos de la empresa, quema de basuras, presencia de fumadores, entre las más importantes. En el caso del proyecto de perforación del pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P, los daños por terceros son considerados en cualquiera de las etapas (obras civiles, perforación y abandono - desmantelamiento). Las principales amenazas identificadas en este grupo para todas las etapas del proyecto son:

**6.2.2.1 Terrorismo.** Teniendo en cuenta la situación del país y la presencia de actores del conflicto político-social colombiano, no se deben descartar acciones como el secuestro o retención temporal de personal y el sabotaje o atentados a la infraestructura petrolera o su preaviso con fines extorsivos. En este caso estarían en mayor riesgo la infraestructura y el personal, especialmente el calificado y el de seguridad.

**6.2.2.2 Delincuencia común.** En todo proyecto es factible la presencia de delincuencia común con el fin de entorpecer las actividades relacionadas con su ejecución. Esta amenaza se debe tener en cuenta a lo largo de la ejecución del proyecto, aunque sus consecuencias en muchos casos pueden resultar menores.

**6.2.2.3 Sabotaje y problemas con la comunidad.** Esta es una amenaza común que puede ser llevada a cabo por las comunidades que muestran algún grado de inconformismo o discordancia ante la ejecución del proyecto, en las cuales las instalaciones petroleras se pueden ver comprometidas. De otra parte, la comunidad puede manifestarse mediante toma y bloqueo de las vías, conllevando a un paro civil el cual puede involucrar las mismas instalaciones de perforación y/o las vías de acceso, ocasionando una parálisis temporal del proyecto.

**6.2.3. Fenómenos naturales.** En este grupo se incluyen las amenazas de fenómenos naturales tales como inundaciones, eventos torrenciales, activación de

procesos morfo dinámicos, incendios forestales y sismicidad, entre los más importantes.

**6.2.3.1 Inundaciones.** Debido a las características de la zona, cercanías de cuerpos de agua y datos históricos se puede precisar que la zona no presenta riesgo de inundación, aunque se debería tener en cuenta los procesos erosivos derivados de las fuertes lluvias aisladas que se puedan presentar. Cabe anotar que en los debido a la escasez de lluvia se facilita el manejo de contingencias en caso de un derrame considerando que la escorrentía y el nivel de las aguas es de fácil manejo (puntos de control ambiental) dando una posibilidad de fácil respuesta ante el evento.

**6.2.3.2 Activación de procesos morfodinámicos.** Considerando los aspectos y rasgos que identifican el área de interés desde el punto de vista morfodinámico, se tienen como procesos generalizados la erosión difusa de tipo laminar; y como proceso puntual la erosión hídrica superficial en un estado incipiente más avanzado y procesos de meteorización.

Durante el trabajo de campo no se evidenció la ocurrencia de movimientos en masa por lo que se considera su amenaza de ocurrencia despreciable, debido a la morfología del terreno del área, la cual es uniformemente plana con pocas variaciones topográficas. Las causas de estos procesos corresponden a factores como el tipo de suelo presente y en especial su composición, erodabilidad y grado de cohesión y la capacidad de transporte.

**6.2.3.3 Sismicidad.** Con base en la zonificación que ha realizado el INGEOMINAS con relación a la amenaza sísmica en el territorio nacional, y en el que se han delimitado áreas de isoaceleración pico efectiva ( $A_a$ ), considerando aceleraciones de sismos de diseño como porcentajes de la gravedad terrestre ( $g = 980 \text{ cm/s}$ ), se observa que para el departamento del Cauca y específicamente para el municipio de Mercaderes en donde se localiza el área de perforación del pozo ANH-1-PATIA-

ST-P, se reportan valores de coeficientes de aceleración para diseño  $A_a=0,10$  y para daño  $A_d=0,02$  que abarcan una franja de grado MEDIA de actividad sísmica<sup>22</sup>.

**6.2.3.4 Incendios forestales.** Pueden ser naturales cuando por las condiciones climáticas se generen con ayuda de elementos detonantes, o iniciados por acción del hombre por prácticas agrícolas (quemadas fuera de control) que son rápidamente extendidas y agravadas por el régimen de vientos. En ambos casos se pueden ver afectadas las instalaciones o la infraestructura. Debido a las condiciones climáticas y continuas sequías del área el riesgo de incendio forestal es ALTO.

**6.2.4 Accidentes operacionales.** En este grupo se presentan las amenazas asociadas a accidentes operacionales por fallas humanas o técnicas o daños en los sistemas operativos requeridos por las actividades del proyecto susceptibles de generar emergencias que afecten al personal, a la comunidad, al medio ambiente y/o la imagen de la empresa. Entre estos accidentes se pueden contemplar mala operación de equipos o elementos, corrosión de tuberías y componentes de los sistemas, defectos en la construcción, descuidos operacionales y rupturas superficiales por causas diversas. De acuerdo con esta metodología, las principales amenazas identificadas en cada una de las etapas del proyecto se presentan en la Tabla 55.

---

<sup>22</sup> INGEOMINAS. 1998. Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia, Vol. I. Santafé de Bogotá.

**Tabla 55.** Amenazas por accidentes operacionales en cada etapa.

ETAPA DEL PROYECTO	AMENAZAS POR ACCIDENTES OPERACIONALES
OBRAS CIVILES	Accidentes de los vehículos Accidentes de trabajo
PERFORACIÓN	Accidentes de los vehículos. Accidentes de trabajo Incendio y explosión. Reventones del pozo ( <i>Blow out</i> ). Derrames de almacenamiento y manejo de químicos y combustibles. Derrames de hidrocarburo en suelo y cuerpos de agua.
ABANDONO Y RESTAURACIÓN	Accidentes de trabajo. Derrames de almacenamiento y manejo de químicos y combustibles. Accidentes de los vehículo.

**Fuente:** Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

**6.2.4.1 Accidentalidad de vehículos.** Durante las obras civiles, la perforación y el transporte de hidrocarburos, se requerirá el movimiento de maquinaria pesada, vehículos y Carrotanques, lo cual puede llevar a accidentes de tránsito con pérdidas humanas y deterioro de infraestructura transportadora y transportada. Estos accidentes se pueden presentar por altas velocidades, excesos de confianza de los conductores, mal estado mecánico de los vehículos, lluvias fuertes y mal estado de las vías.

**6.2.4.2 Accidentes de trabajo.** Este ítem se refiere a los accidentes que se pueden presentar tales como mutilaciones, fracturas, lesiones, golpes, quemaduras, choques eléctricos, intoxicación, etc. Pueden ocurrir por falta de capacitación, entrenamiento y equipo de seguridad, incompetencia, descuidos, etc.

En este riesgo en particular, las variables amenaza y vulnerabilidad están directamente asociadas, ya que hay eventos cuya amenaza es muy eventual pero de vulnerabilidad crítica (ejemplo la muerte de algún operador); y a su vez es muy

probable que se presenten amenazas de vulnerabilidad marginal (atrapamiento, cortadas, raspaduras, etc.).

**6.2.4.3 Incendio y/o explosión de instalaciones.** La ocurrencia de fugas o volatilización de gases generadas por el manejo de combustibles puede dar lugar a incendios o explosiones que provoquen lesiones o pérdidas humanas, deterioro de la infraestructura y contaminación del área. La fuente de este evento está dada por la inadecuada disposición y utilización de equipos, el inadecuado manejo de plantas generadoras de energía o cables de conducción eléctrica, unido a la presencia de hidrocarburo en la localización durante la ejecución de las pruebas de producción, si las hubiese (en los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-1-PATIA-ST-P no se realizaron pruebas de producción ya que la intención del proyecto no fue la de explotación de los recursos hidrocarburos).

**6.2.4.4 Reventones del pozo (“Blow Out”).** La ocurrencia de sobre - presión proveniente de la formación puede dar lugar a un influjo incontrolado de hidrocarburos en cabeza de pozo y generar un reventón o explosión provocando lesiones, pérdidas humanas y contaminación del área circundante.

**6.2.4.5 Derrames en el almacenamiento y manejo de químicos y combustibles.** La necesidad de almacenar y manipular productos como combustibles y sustancias químicas irritantes o inflamables genera un riesgo de derrame, con potencial afectación al medio ambiente, principalmente a los cuerpos de agua del área del proyecto, dadas las características de inundabilidad de la zona de estudio.

**6.2.4.6 Derrames de hidrocarburos.** El principal evento amenazante es la manipulación del crudo mismo durante las actividades del proyecto (sea durante la perforación, en las pruebas de producción o en el transporte del producto por Carro tanques), lo que puede llevar a derrames que pueden afectar principalmente el

recurso hídrico, dadas las características de inundabilidad del área de estudio y la presencia de cuerpos de agua.

### 6.3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad es la magnitud en que la población, el medio ambiente, los bienes y la imagen de la empresa son susceptibles de ser afectados por las amenazas. La identificación de las categorías de consecuencias o factores de vulnerabilidad, dentro de un análisis de riesgo, permiten determinar los efectos negativos que sobre el sistema puedan tener los siniestros que llegaran a presentarse.

Para la determinación de la vulnerabilidad se utilizarán los criterios definidos por la Metodología RAM<sup>23</sup> de ECOPETROL como se puede ver en la Tabla 56. En la cual, para indicar el nivel de gravedad, se utiliza una escala de consecuencias de “0” a “5”, una de nivel de probabilidad del suceso: A – E, teniendo en cuenta que la consecuencia está definida como la que puede producirse a raíz de un peligro y dentro de una situación hipotética creíble.

**Tabla 56.** Criterios de calificación de la vulnerabilidad.

CONSECUENCIAS				CALIFICACIÓN
PERSONAS (PE)	ECONÓMICA (EC)	AMBIENTAL (MA)	IMAGEN DE LA EMPRESA (IM)	
Una o más fatalidades	Catastrófica >\$10 millones	Masivo	Internacional	5
Incapacidad permanente	Grave \$1 a \$10 millones	Mayor	Nacional	4
Incapacidad temporal >1 día	Severo \$100.000 a \$1 millón	Localizado	Regional	3
Lesión menos (sin incapacidad)	Importante \$10.000 a \$100.000	Menor	Local	2
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$10.000	Leve	Interna	1
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	0

**Fuente:** Instructivo para Uso de la Matriz RAM de Valoración de Riesgos ECOPETROL.

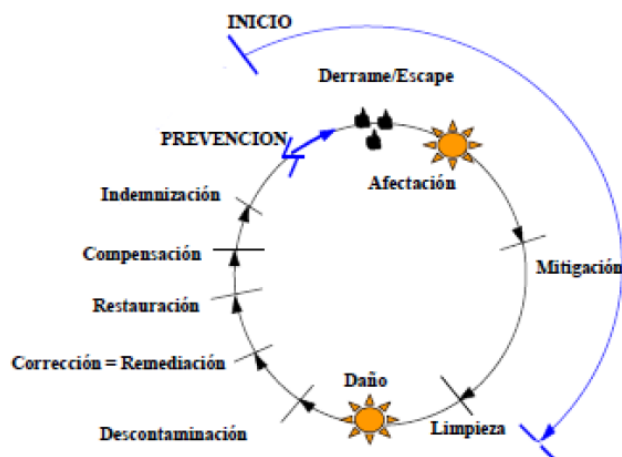
<sup>23</sup> *Risk Assessment Matrix*, Matriz de valoración de riesgos.

Cuando una amenaza puede comprometer vidas humanas, la operación, el medio ambiente y la imagen de la empresa en condiciones diferentes de vulnerabilidad para efectos de la evaluación del riesgo, se tomará la máxima calificación con el fin de cubrir la condición más crítica.

## 6.4 PLAN ESTRATÉGICO

La figura 17, presenta un diagrama del alcance de un plan de contingencia para un pozo estratigráfico.

**Figura 17.** Alcance del plan de contingencia para el pozo ANH-1-PATIA-ST-P.



**Fuente:** Plan de Contingencia pozo ANH-1-PATIA-ST-P.

### 6.4.1 Niveles de Emergencia.

- ✓ **Emergencia Grado Menor:** Es una emergencia puntual y/o limitada, neutralizable con medidas básicas de control interno. No afecta la continuidad de la operación. Puede presentar lesiones menores con incapacidad temporal. No compromete más de un área o equipo específico. Competencia del jefe de pozo.

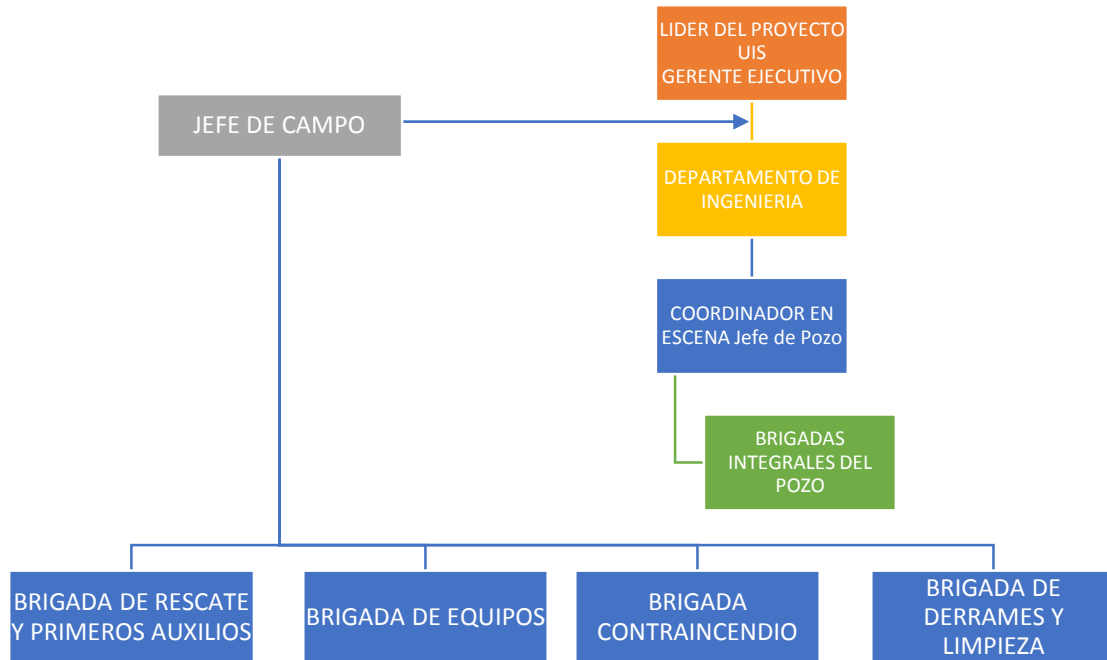
- ✓ **Emergencia Grado Medio:** Emergencia local que de acuerdo con sus dimensiones puede requerir la activación del PDC<sup>24</sup> de compañías industriales cercanas para su neutralización. Puede afectar temporalmente la continuidad de la operación pero no compromete predios vecinos ni componentes naturales aledaños. Es competencia del jefe de pozo y del gerente de operaciones que coordine la ayuda solidaria de industrias cercanas.
  
- ✓ **Emergencia Grado Mayor:** Emergencia que por su magnitud, gravedad e implicaciones requiere la atención inmediata y masiva, y requiere el concurso de todos los recursos disponibles internos y externos. Compromete la continuidad de la operación, el personal laborando en la plataforma del pozo, la zona y los recursos naturales aledaños. Competencia del líder de operaciones de la UIS y el jefe de pozo y requiere la activación del plan local de emergencias.

La figura 18 presenta un organigrama general, el cual debe ser respetado durante la ejecución de un plan de contingencia.

---

<sup>24</sup> Plan de emergencia y contingencia.

**Figura 18.** Organigrama general del plan de contingencia.



#### 6.4.2 Asignación de Responsabilidades

✓ **Director General del Plan.** Es el principal responsable del Plan. Debe garantizar los recursos administrativos necesarios para la implementación, mantenimiento y puesta en marcha de cada una de las etapas y los componentes del PDC. Además puede tomar las siguientes decisiones:

- ✓ Decretar el cese de actividades.
- ✓ Ordenar evacuación total.
- ✓ Suspender acciones de control y abandono del área si fuese necesario.
- ✓ Autorizar contratos y compras especiales.
- ✓ Aprobar boletines de prensa.

✓ **Coordinador General o Comité de Emergencia (Supervisor de Operaciones)** Es quién reporta al Director del Plan.

- ✓ Debe manejar las relaciones con las autoridades regionales.
- ✓ Debe tomar decisiones acerca de compra y alquiler de equipos y materiales, contratación de personal de apoyo y especialistas, etc. y gestionar ante el Director los recursos financieros requeridos.
- ✓ Debe coordinar el apoyo de otras divisiones de la empresa.
- ✓ Coordinar la asesoría legal y el control de las comunicaciones con los dueños de predios afectados, comunidades, autoridades ambientales, civiles y militares del orden regional y nacional.
- ✓ Debe realizar, en conjunto con el Director, la evaluación del Plan cuando cese la contingencia.

• **Coordinador en Escena Jefe de Acción Inmediata (Jefe de Pozo).** Es el encargado directo de la activación del Plan.

- ✓ Debe desplazarse al lugar de la contingencia, inspeccionar y evaluar la magnitud del evento, determinar sus causas y reportar ante el Coordinador General.
- ✓ Debe conformar los grupos o brigadas de apoyo.
- ✓ Es el encargado de las decisiones técnicas de control de la contingencia.
- ✓ Es el interlocutor y coordinador de las entidades de apoyo externas, tales como Cruz Roja, Bomberos, Defensa Civil, Brigadas de contingencias de otras empresas, etc.
- ✓ Debe velar por la seguridad de las personas y equipos que intervienen en la contingencia.

**6.4.3 Brigadas Integrales.** Son grupos especializados que cuentan con el personal capacitado en un área específica determinada.

- **Rescate y primeros auxilios.**

- ✓ Rescatar las personas o animales atrapados por la contingencia y suministrar primeros auxilios al personal afectado.
- ✓ Asegurar la disponibilidad de implementos y materiales de primeros auxilios en el sitio de la contingencia.
- ✓ Coordinar los traslados de heridos y lesionados a los centros clínicos y hospitalarios que se requiera.
- ✓ Seleccionar y adecuar el sitio de prestación de los primeros auxilios.

- **Contra incendio.**

- ✓ Transportar el personal y equipo que se utilizará para atacar el incendio.
- ✓ Asistir a las personas que puedan estar atrapadas por el siniestro.
- ✓ Operar los equipos portátiles y fijos de aplicación de espuma, polvo químico, agua, etc.
- ✓ Si se requiere, solicitar al Jefe de Acción Inmediata la ayuda externa de cuerpos de bomberos, defensa civil, etc.

- **Equipos y limpieza.**

- ✓ Mantener en perfecto estado los equipos con los que cuentan en los campamentos, en el área o la empresa, para que estén disponibles en calidad y cantidad cuando se requieran.
- ✓ Seleccionar y poner a disposición de los brigadistas los equipos más indicados y funcionales de acuerdo a la contingencia específica.

- **Capacitación e información.**

- ✓ El personal que se encuentre laborando en el programa de perforación del pozo estratigráfico deberá recibir la instrucción acerca de qué hacer en caso de una contingencia (Plan Operativo).
- ✓ Se deberá establecer el programa de capacitación de los brigadistas y del personal relacionado con la ejecución del plan.
- ✓ Se deberán socializar los diferentes elementos del Plan entre todo el personal que se encuentre laborando en el pozo estratigráfico y la comunidad que pudiese resultar afectada por una contingencia.
- ✓ En los programas de capacitación, se deberán incluir las personas de la comunidad que son candidatos a ser contratados en algún momento en las actividades del pozo estratigráfico.
- ✓ Se deberá hacer por lo menos un simulacro, con el fin de familiarizar al personal con el Plan y entrenarlo en su activación.

#### **6.4.4 Recomendaciones generales para la prevención de emergencias.**

- ✓ El Encuellador debe verificar constantemente el estado de la línea de vida, asegurándose que no existan obstáculos en el punto de acceso al suelo.
- ✓ Cualquier trabajo que involucre soldadura, corte con soplete, oxicorte, corte en frío con cincel y martillo, esmerilado, etc., debe requerir de un permiso por escrito del jefe de pozo. Así mismo el supervisor de seguridad debe asegurarse que antes de cualquier trabajo de soldadura, se usará un detector de gas portátil para muestrear la atmósfera en el área donde se realizarán los trabajos. De ser necesario, el chequeo será permanente. Si la atmósfera alcanza el 20% del mínimo nivel de inflamabilidad (LFL) del metano, se parará el trabajo hasta que las condiciones cesen.

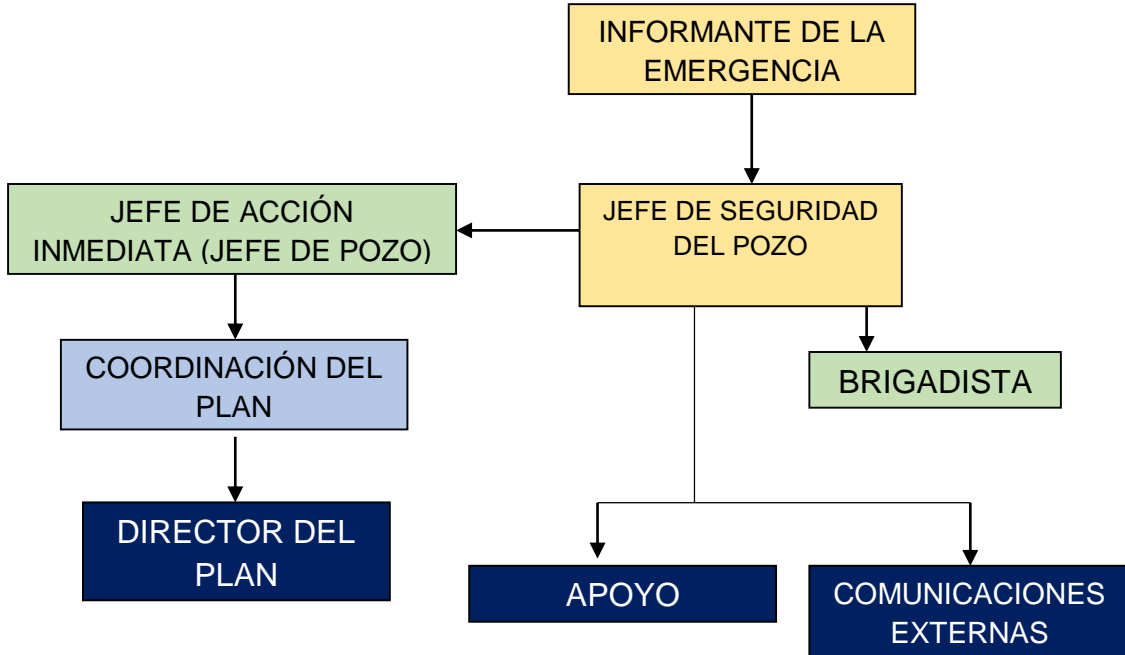
- ✓ Es importante mencionar las denominadas “patadas de pozo” (WellKick), frecuentes durante el “underbalance” en las que el gas asciende fácilmente a la superficie (Ver Capítulo 6, Numeral 10). En este caso, una vez detectado el gas, se comunicará al jefe de pozo y al supervisor del equipo la presencia del mismo, tomando nota de la dirección del viento y de la concentración de gas leída en el detector. Entonces, el jefe de pozo decidirá el cierre del pozo, si la concentración del gas en la atmósfera alcanza el 20% del límite de inflamabilidad.
  
- ✓ Cualquier daño en los sensores de nivel de los tanques de lodo y “skimmers”, debe reportarse en forma inmediata al perforador, ya que estos indicadores son muy importantes en el seguimiento al flujo del lodo y a la producción del pozo.
  
- ✓ Los motores eléctricos, las cajas de interruptores y los contenedores de productos inflamables deben tener conexión a tierra a por lo menos 2.5 metros, para proteger al personal de corrientes extraviadas y minimizar las descargas eléctricas. Así mismo, las salidas eléctricas en atmósferas peligrosas, deben poseer conexión a tierra y ser a prueba de explosión; en ningún caso los cables estarán expuestos, y se prohibirá el uso de extensiones o líneas eléctricas empalmadas.
  
- ✓ Los extintores portátiles deberán inspeccionarse periódicamente (exceso de corrosión, funcionamiento de las válvulas, contenido de químico, prueba hidrostática, etc.) y ubicarse estratégicamente alrededor del taladro y cerca al equipo de producción (clase ABC de 250 lb), en lugares altamente visibles y de fácil acceso. Cualquier persona en el taladro debe estar capacitada para alcanzar un extintor en 15 m a la redonda.

- ✓ Durante la perforación los carros y camiones no deben desplazarse a una distancia menor de 15 m de la torre. Esta distancia puede ser incrementada por el jefe de pozo y/o el supervisor de seguridad de acuerdo con la concentración de gases inflamables en la atmósfera y la dirección del viento.
- ✓ Todos los automotores que no estén directamente involucrados con la operación, deben parquear por lo menos a 45 m de la boca del pozo.

## 6.5 PLAN OPERATIVO

**6.5.1 Procedimiento de notificación de emergencias.** La figura 19, presenta el procedimiento que debe cumplirse al momento de la notificación de una emergencia.

**Figura 19.** Esquema del procedimiento de notificación de emergencias.



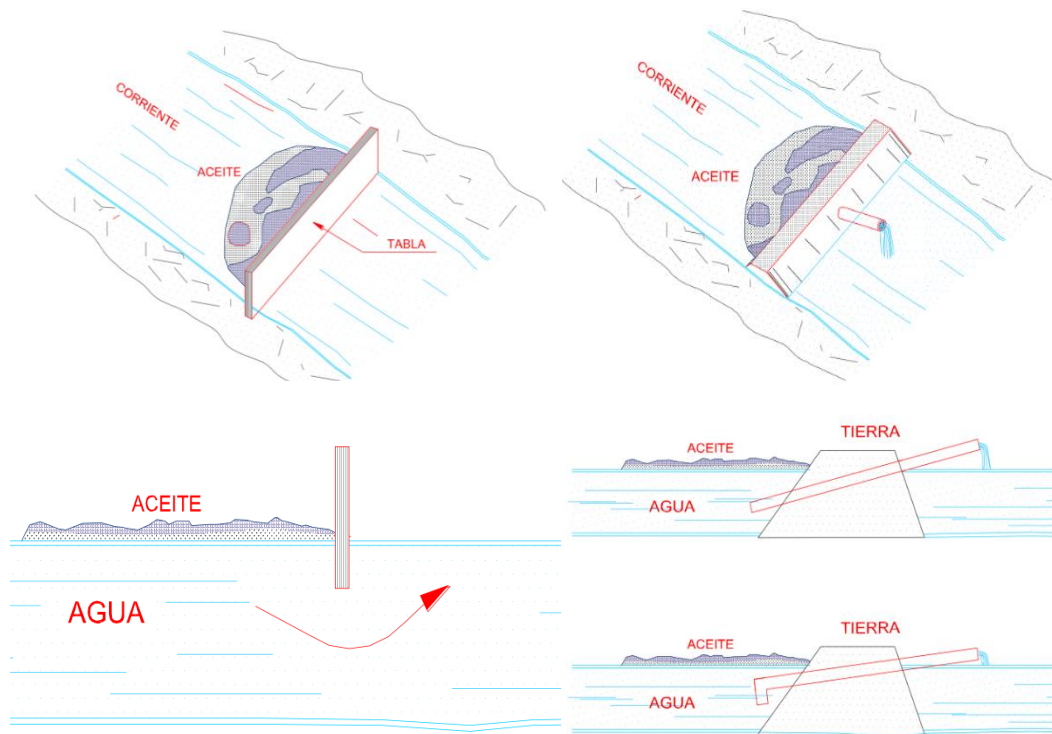
**Fuente:** Plan de Contingencia, Pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

### 6.5.2 Acciones de Control.

- **Acciones de control de derrames de hidrocarburos o combustibles.** Una vez recibida la notificación del derrame se deberá proceder a documentar el evento con datos como: Sitio exacto de la contingencia, posibles causas, estimados de volumen derramado, posibles direcciones del producto y zonas involucradas en la contingencia.

- ✓ Se deberá controlar o interrumpir inmediatamente la fuente del derrame.
- ✓ Si el derrame supera los controles contemplados para el manejo de aguas de la locación, se debe evitar al máximo su llegada a los cuerpos de agua cercanos, para lo cual se deben construir barreras físicas como zanjones, diques y represas que contengan el hidrocarburo temporalmente, teniendo el cuidado de extender la mancha, para disminuir la cabeza de presión y así evitar sobresaturación de hidrocarburos en el suelo.
- ✓ Si el derrame alcanza el cuerpo de agua se deben activar los planes de contención con barreras y/o presas (ver Figura 20). En cañadas de escorrentía como los que se presentan en el área se recomienda utilizar presas de confinamiento.
- ✓ En caso de que la mancha supere los controles primarios se debe activar el Plan de Contingencia del campo y sus puntos de control.
- ✓ Para la recuperación del hidrocarburo confinado se pueden utilizar solventes, desnatadores mecánicos, bombas, mangueras y tanques portátiles. En caso de ser necesario se podrán utilizar los tanques de tratamiento, para el almacenamiento de hidrocarburos.

**Figura 20.** Barreras para la contención de hidrocarburos en cuerpos de agua.



**Fuente:** Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

- **Acciones de respuesta a accidentes del personal.**

- ✓ Se consideran lesiones menores aquellas que no amenazan la vida del paciente y que no requieren atención médica inmediata sino únicamente primeros auxilios.
- ✓ Se consideran lesiones mayores aquellas que producen hemorragia abundante, alteraciones del estado de conciencia, dificultades respiratorias y/o deformidades anatómicas.
- ✓ Si se presenta un incidente o accidente que comprometa alguna de las personas involucradas en la operación, si las lesiones lo permiten, se debe llevar el herido a la enfermería del pozo para prestarle primeros auxilios.

- ✓ Si las lesiones requieren atención inmediata se debe llamar por radio o teléfono al médico del campo para que haga la valoración y determine si el herido o enfermo debe ser trasladado al centro de salud más cercano a la locación.
- **Acciones de control de incendios.** En caso de reportarse un incendio se deberán ejecutar las siguientes acciones:
  - ✓ Se deben accionar las alarmas para reunir al personal y dar instrucciones concretas. Si se determina que el incendio no es controlable se procederá inmediatamente a la evacuación completa del personal.
  - ✓ Se debe reportar el fuego al equipo de lucha contra incendios del pozo y si se considera necesario se debe convocar al comité local de emergencias.
  - ✓ Se deben ubicar y repartir los extintores y demás equipos de lucha contra el fuego a las cuadrillas y se procede a controlar la propagación. Si la propagación no se puede controlar con los extintores se deben construir zanjones de apoyo o líneas de fuego. El material extraído de los zanjones servirá de protección si se desea hacer un ataque directo.
  - ✓ Si hay heridos se deben trasladar a la enfermería del pozo. Si es necesario se procederá a hacer el traslado a centros de salud o a los centros hospitalarios más cercanos.
  - ✓ Una vez controlado o extinguido el fuego se procederá a hacer una valoración de los daños causados por el evento.
- **Recomendaciones generales en la lucha contra incendios.**
  - ✓ En caso de existir varios focos se atacará el que ponga en peligro la vida de las personas. En caso contrario se atacará el foco más próximo.

- ✓ Los incendios superficiales se deben controlar con ataque directo, los de “copa” con ataque indirecto y los de “subsuelo” mediante zanjas excavadas hasta suelo mineral.
- ✓ No se deben descuidar los fuegos secundarios o sectores recién apagados, ya que pueden reactivarse y cercar a los brigadistas.
- ✓ En caso de huir evitar las zonas de barrancos, depresiones o las laderas viento arriba del fuego.

## **6.6 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL**

Todas las personas involucradas en el Plan de Contingencia y especialmente en el equipo de respuesta inmediata, deben ser entrenadas desde el inicio de las actividades. Esto garantiza que cada persona tenga una idea completa sobre la importancia de su papel dentro del Plan y el manejo de las múltiples y variadas situaciones que se presentan durante una emergencia.

Igualmente, el tiempo de respuesta ante la emergencia y en la toma de decisiones se reduce considerablemente. Adicionalmente se debe proveer capacitación por parte de compañías fabricantes y/o distribuidoras de equipos y elementos para la contención, control, recuperación y limpieza de derrames de combustibles, acerca de cómo funcionan dichos elementos. Sólo después de conocer la operación de cada uno de los equipos a emplear, se recomienda la realización de ejercicios de simulacros.

Con el fin de optimizar el tiempo de respuesta y de que el personal tenga pleno conocimiento de las actividades y responsabilidades durante una emergencia, se deben realizar simulacros durante la perforación, para el entrenamiento del personal del Plan. Estos simulacros deben estar dirigidos a encontrar “vacíos” en el Plan de Contingencia y asegurar una coordinación del personal durante la emergencia.

Los simulacros deben cubrir diferentes escenarios y tipos de contingencia. En dichos simulacros se deben identificar plenamente los accesos a los puntos de control. No se debe olvidar que el éxito de un Plan de Contingencia depende principalmente de la disponibilidad de personal entrenado, con el fin de que su desempeño sea efectivo. Se recomienda que los simulacros se realicen directamente en los posibles sitios de contingencia, a fin de que el personal conozca bien estos puntos y sepa manejar adecuadamente los equipos.

El objetivo del Programa de Capacitación y Entrenamiento es en resumen, el de proveer al personal que interviene en las operaciones, las herramientas teórico-prácticas adecuadas para adelantar en forma eficiente, rápida y segura, el control de una contingencia. En la Tabla 57 se pueden ver los aspectos que se deberán tratar en el entrenamiento, de acuerdo a cada tópico en específico.

**Tabla 57.** Aspectos a tratar por tópico en el entrenamiento.

TÓPICO	ASPECTOS A TRATAR
<b>Organización de la brigada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Objetivo.</li> <li>✓ Funciones.</li> <li>✓ Sistemas de alarma.</li> <li>✓ Inspecciones e informes.</li> <li>✓ Revisión del Plan de Contingencia, de las responsabilidades de cada integrante, características de los diferentes puntos de control y uso de equipos.</li> </ul>
<b>Teoría sobre el fuego</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Química y física del fuego.</li> <li>✓ Oxidación y combustión.</li> <li>✓ Transmisión del calor.</li> <li>✓ Control del calor, oxígeno y combustión.</li> <li>✓ Clasificación de incendios.</li> </ul>
<b>Normas de prevención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prevención de incendios.</li> <li>✓ Causas de incendio.</li> <li>✓ Propagación del incendio.</li> <li>✓ Control de escapes.</li> </ul>

**Tabla 57.** (Continuación).

<p><b>Equipos de extinción</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Extintores.</li> <li>✓ Definición y clasificación.</li> <li>✓ Constitución y capacidad.</li> <li>✓ Uso y mantenimiento.</li> <li>✓ Instrucciones para el control de incendios secundarios menores.</li> <li>✓ Organización y distribución.</li> </ul>
<p><b>Manual de procedimiento de emergencia</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Organización.</li> <li>✓ Coordinación.</li> <li>✓ Funciones específicas (ejemplo: Procedimientos en caso de incendio).</li> </ul>
<p><b>Primeros auxilios</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Generalidades.</li> <li>✓ Quemaduras.</li> <li>✓ Tratamiento de fracturas y heridas.</li> <li>✓ Transporte de heridos.</li> <li>✓ Respiración artificial.</li> </ul>
<p><b>Teoría sobre barreras</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Movimiento y dispersión del crudo, mediciones en las corrientes de agua y técnicas de limpieza de derrames en tierra y agua.</li> <li>✓ Aporte de ideas que contribuyan al mejoramiento de los trabajos en campo.</li> <li>✓ Discusión sobre nuevos equipos y su uso.</li> <li>✓ Teoría y operatividad de desnatadores.</li> <li>✓ Movimiento del crudo en el agua.</li> <li>✓ Movimiento del crudo en el suelo.</li> </ul>

**Fuente:** Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

## 6.7 EVALUACIÓN DE ÁREA

Consiste en establecer los lineamientos y mecanismos de preparación y respuesta para una evacuación de área, definiendo el plan operativo e informativo. En la Tabla 58 se puede ver el procedimiento de la evacuación médica de lesionados o enfermos.

**Tabla 58.** Evacuación medica de lesionados o enfermos.

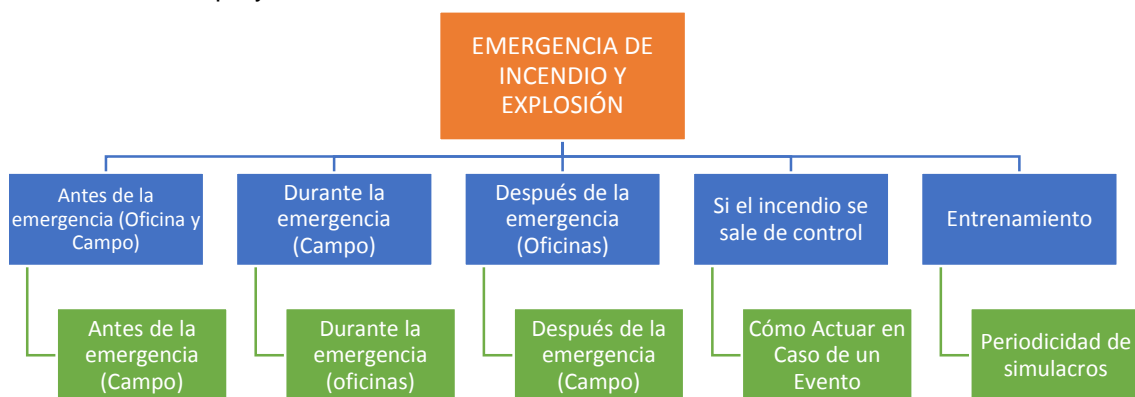
RESPONSABLE	PASO	ACCIÓN
Supervisor HSE médico	1	Evalúa al enfermo o lesionado y se comunica con el hospital o centro de salud más cercano al incidente, también se comunica con la empresa y en caso de accidente diligencia los formatos de la ARP y de accidente de trabajo.
Supervisor HSE médico	2	Si no hay forma de evacuar al lesionado o enfermo mediante ambulancia se utilizara el vehículo de la empresa.
Supervisor HSE médico	3	Permanecerán en el hospital o centro de salud en todo momento y mantendrán informada a la empresa en todo momento.
Supervisor HSE médico	4	Se elaborará un reporte pormenorizado de todo el proceso del accidente o enfermedad y evacuación del paciente de acuerdo al procedimiento para la investigación de accidentes e incidentes.

**Fuente:** Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

## 6.8 EMERGENCIA DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

El objetivo es mantener un procedimiento en caso de presentarse un conato de incendio o un incendio declarado, para la verificación y efectividad de capacidad de reacción de los empleados, para el caso de la perforación de los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P de la Universidad Industrial de Santander UIS y de las partes interesadas. En la figura 21, se presenta el esquema de las fases que intervienen en caso de un incendio o explosión.

**Figura 21.** Esquema de las fases de intervención en caso de incendio o explosión, según la fase de intervención en el proyecto.



**6.8.1 Antes de la emergencia (Oficinas y Campo).** El plan de contingencia para conatos de incendio debe ser discutido y complementado con las demás empresas que ocupen la instalación y en lo posible con los bomberos, las autoridades y las entidades prestadores de servicios médicos locales. Debe estandarizarse el código de alarmas en la instalación. Debe revisarse que el MEDEVAC<sup>25</sup> incluya los teléfonos de los bomberos de la zona, de la defensa civil y de estaciones contra incendio cercanas.

Es una información valiosa, el cálculo del tiempo aproximado de arribo de los bomberos de la zona a la oficina y probar constantemente el estado de los canales de comunicación con sus estaciones. Cuando un visitante llega a una base u oficina de la Universidad Industrial de Santander UIS, debe indicársele las salidas de emergencia, la ubicación de los extintores, la señal sonora que indica el conato y qué hacer en caso de que él sea el descubridor. Esto es responsabilidad de la persona que autoriza el ingreso del visitante. El boletín de inducción a visitantes se utiliza en bases y oficinas como ayuda para la orientación anterior. Al igual que en Campo, los simulacros permiten mejorar la capacidad de reacción del personal propio y de los visitantes además de descubrir y corregir fallas que podrían presentarse en una emergencia real.

**6.8.2 Antes de la emergencia (Campo).** El plan de contingencia para conatos de incendio debe ser discutido y complementado con la compañía operadora y los representantes de las otras compañías responsables por la operación. Debe divulgarse y verificarse que todo el personal lo conoce y entiende.

Se debe hacer un análisis de zonas de riesgo de incendio en el equipo y en la localización, para poder realizar una distribución de extintores adecuada al tipo de riesgo de las zonas encontradas. Se debe tener seleccionada una brigada de Control de incendios por cuadrilla y darles a conocer sus responsabilidades dentro

---

<sup>25</sup> Evacuación Médica, sistema de traslado de pacientes.

del plan de contingencia al igual que a todo el personal del equipo. Es importante estandarizar con la compañía operadora el código sonoro de alarmas y dar a conocer este a todos los visitantes del taladro durante la inducción de seguridad, esto es responsabilidad del supervisor de seguridad y el jefe de equipo.

El plan de acción de respuesta inicial, debe ser publicado en todos los sitios del taladro y localización, donde tenga acceso personal: Casetas, comedores, salas de televisión, oficinas, etc. Debe revisarse que el MEDEVAC incluya los teléfonos de los bomberos de la zona, de la defensa civil y de estaciones contra incendio cercano, normalmente perteneciente a las baterías de las compañías operadoras.

La ubicación de los extintores, indicando su clase y capacidad, debe incluirse en el Layout de seguridad de la locación. Se debe realizar inspección visual diaria del equipo de control y prevención de incendios para poder detectar anomalías en su estado o disposición y una inspección mensual, la cual se registra en el formato de Inspección de equipos contra incendio. Deben realizarse los simulacros requeridos para que el personal reconozca el sonido de la alarma, actúe de acuerdo al plan de contingencia específico definido con la compañía operadora y se detecten fallas al seguir este.

**6.8.3 Durante la emergencia (Campo).** La respuesta inicial se describe a continuación, sin embargo se debe solicitar el apoyo externo de acuerdo a la evaluación que realice el coordinador de la emergencia. En la tabla 59 se presentan las acciones durante la emergencia.

**Tabla 59.** Acciones durante la emergencia de acuerdo al cargo.

CARGO	ACCIÓN
<b>Descubridor</b>	Da la alarma – ataca el fuego con CO2 15 lb. O PQS 30 lb.
<b>Perforador</b>	Activa código sonoro de incendio. Asegura el pozo y está alerta a instrucciones de Company Man y Jefe de equipo.
<b>Supervisor</b>	Asegura el pozo y ayuda a controlar la emergencia apoyando en la operación de extintores de PQS de 150 lbs. Y 1500 lbs.
<b>Cuñero 1 y 2:</b>	Utiliza traje contra incendio, atacan el fuego utilizando equipo extintor (1500 y 150 lbs.)

Tabla 59. (Continuación).

CARGO	ACCIÓN
<b>Encuellador, Cuñero 3</b>	Camilla, botiquín, termo de agua.
<b>Mecánico, aceitero, soldador</b>	Despiertan personal y apagan motores.
<b>Operador de cargador</b>	Suspenden labores y procede a retirar vehículos del área, si el incendio lo permite.
<b>Almacenista</b>	Pendiente del radio en caso de necesitar cualquier ayuda logística y técnica extra.
<b>Asistente de Company</b>	Pendiente del teléfono y de otros sistemas de comunicación para solicitud de ayuda logística y técnica extra.
<b>Brigada de emergencia</b>	Listo a prestar primeros auxilios.
<b>Obreros de patio, visitantes</b>	Proceden a evacuar hacia el Punto de Reunión, teniendo en cuenta la dirección del viento (Manga veleta).
<b>Jefe de equipo Company Man y supervisor HSE</b>	Coordinan el control del conato de incendio. Si después de realizar la respuesta inicial para el control del conato de incendio, el fuego no se apaga o si el riesgo de que el fuego se propague o alcance fuentes o almacenamientos de combustible es inminente, se procede a informar a las instituciones de apoyo. Se trata con los medios existentes de controlar el incendio hasta que lleguen los bomberos o hasta que la integridad física y de salud de cualquiera de las personas se vea amenazada, para lo cual se activa la alarma de evacuación para que todo el personal que participaba en el control de la emergencia, se ponga a salvo en lugar seguro mientras actúan los equipos de apoyo, siguiendo el procedimiento de "Evacuación de Área".

Fuente: Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

**6.8.4 Durante la emergencia (oficinas).** El descubridor da la alarma y ataca el fuego con un extintor de 20 o 30 lb. De PQS, CO2 o SOLKAFLAN, la persona más cercana activa la alarma de evacuación. El coordinador verifica la emergencia y solicita el apoyo a las instituciones externas dando la mayor cantidad de datos posibles acerca del incendio. El coordinador puede ser apoyado por la recepcionista o vigilante si existe y si está entrenado.

La brigada contra incendio de la oficina o base combate el fuego. Si no hay brigada contra incendio conformada, esto lo hace el personal con conocimientos en combate

de incendios. El resto del personal debe evacuar al punto de reunión y esperar órdenes del coordinador de emergencias, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento de evacuación.

Si el conato no se puede controlar y amenaza la vida y las instalaciones de la empresa, el jefe de la brigada contra incendio o de la brigada de evacuación o el coordinador de emergencias dan la orden de abandonar el lugar y dirigirse al punto de reunión. Si se presentan lesionados durante el incendio, se actúa de acuerdo a lo establecido en el procedimiento de Emergencias Médicas (Ver Numeral 6.13).

**6.8.5 Después de la emergencia (oficinas).** Una vez las autoridades determinen que es seguro volver, los coordinadores de evacuación o el coordinador de la emergencia dan la orden de retorno. El personal debe entonces volver en forma rápida y calmada al sitio de trabajo, revisar su sitio de trabajo, identificando los daños materiales y elaborando una lista de las pérdidas.

El Jefe de área y/o coordinador de la emergencia diligencian el formato “Primer Reporte” indicando los pormenores del incidente y las personas afectadas, las pérdidas materiales y el daño al medio ambiente. Se deben tomar fotos para la posterior investigación. Dependiendo de la gravedad del evento, se nombra una comisión investigadora que lleva a cabo la investigación de acuerdo al procedimiento de “Reporte de Investigación de incidentes”<sup>26</sup>. La persona a cargo reporta la finalización de la emergencia y realiza una evaluación de los daños presentados por la emergencia.

**6.8.6 Después de la emergencia (Campo).** Si se controló la emergencia con la respuesta inicial y el control del conato de incendio es efectivo desde su respuesta inicial, el jefe de equipo, el Company Man, el supervisor de 12 horas y el Supervisor

---

<sup>26</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Código TH-I-02 (04, Abril, 2011). Instructivo para reporte e investigación de accidentes e incidentes de trabajo y enfermedad profesional. Bogotá: El ministerio, 2011.

de HSE, realizan una verificación del área del conato de incendio, para constatar que la fuente de ignición, está totalmente controlada y que se puede volver a operación normal en el equipo. El jefe de equipo junto con el personal Staff, realizan un análisis de los daños y se diligencia el formato “Primer reporte”.

Se nombra una comisión investigadora, la cual debe realizar un análisis de causas del conato de incendio y se diligencia el formato Reporte de Investigación de Incidentes. El Jefe de equipo y la comisión investigadora, deben realizar una reunión con todo el personal involucrado en la emergencia y dar a conocer los resultados, junto con las medidas correctivas y preventivas para evitar la recurrencia del evento, además, se evalúa el resultado de la reacción del personal frente a la emergencia.

**6.8.7 Si el incendio se salió de control.** Esperar hasta que los equipos de apoyo, informen sobre el control total de la emergencia y seguir el procedimiento que se tenga por parte de la Universidad Industrial de Santander UIS, para determinar las condiciones al continuar las labores si esto es posible. Evaluar visualmente daños y diligenciar el formato “Primer reporte”.

Evaluar con el personal la respuesta a la emergencia y diligenciar el Formato “Reporte de simulacros”. Se nombra una comisión investigadora de acuerdo a la matriz de potencialidad y se esperan los resultados de esta investigación para tomar las medidas correctivas. En caso de sospecha de que el incendio fue causado por acto terrorista, seguir el procedimiento de Orden Público (Ver Numeral 6-14).

**6.8.8 Cómo Actuar en Caso de un Evento.** La habilidad de pensar claramente puede salvar su vida. Si hay un teléfono disponible llame al número de emergencias o a los bomberos y comuníqueles su ubicación exacta, nunca abra una puerta sin tocarla primero con el dorso de la mano. Si la puerta está caliente, pruebe otras salida. Si no existe otra salida, selle las ventanas y agujeros alrededor de la puerta con cualquier cosa disponible.

Si está teniendo problemas para respirar, manténgase cerca al piso y ventile el cuarto abriendo una ventana o rompiendo el vidrio de la misma. Si sus ropas se incendian, deténgase, tírese al piso y de vueltas. No corra, esto solo alimentará el fuego con más oxígeno, haciéndolo mayor. Si un compañero agarra fuego, apague las llamas envolviendo su cuerpo con una chaqueta, una manta o una alfombra. En el caso de presentarse lesiones a uno o más trabajadores, se sigue el procedimiento de Emergencias Médicas (Ver Numeral 6-13).

**6.8.9 Entrenamiento.** Todo el personal que labora en los centros de trabajo, para éste caso, de la Universidad Industrial de Santander UIS, debe ser capacitado en seguridad contra incendio, lo anterior es responsabilidad del Coordinador HSE y del supervisor HSE y para esto se programan cursos periódicos para todo el personal.

Los registros de asistencia se archivan en la coordinación HSE para el personal de roll diario en los equipos, se deben realizar capacitaciones permanentes acerca del origen del fuego, como evitarlo, las clases, el funcionamiento de los extintores y los roles y responsabilidades de cada miembro de la cuadrilla en una emergencia de incendio. Debe prestarse una atención especial al personal de patio, la capacitación anterior debe ser más pausada y clara y debe repetirse de ser necesario. En muchos frentes de trabajo, el personal de la compañía es parte activa del plan de ayuda mutua, lo cual permite tener un apoyo en capacitación, ayuda logística, de maquinaria y de personal en casos de emergencia.

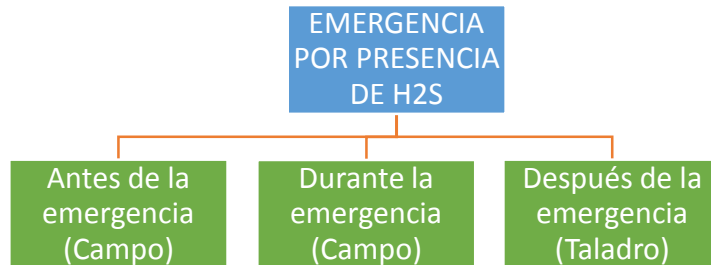
**6.8.10 Periodicidad de simulacros.** La frecuencia de los simulacros de conatos de incendio, se realiza de acuerdo a la Tabla del Procedimiento de Simulacros.

## **6.9 ACIDO SULFHIDRICO ( $H_2S$ )**

El principal objetivo es establecer los lineamientos y mecanismos de preparación y respuesta para una emergencia por presencia de gas de sulfuro de hidrógeno en el

taladro, definiendo el plan operativo e informativo. En la figura 22, se presenta el esquema de las fases que intervienen durante un hecho en presencia de H<sub>2</sub>S.

**Figura 22.** Esquema de las fases de intervención en caso de presencia de H<sub>2</sub>S.



**6.9.1 Antes de la emergencia (Campo).** Divulgar el análisis de vulnerabilidad y el plan de contingencia para una emergencia por presencia de gas de sulfuro de hidrógeno a todo el personal del frente de trabajo, ya sea en las inducciones de seguridad tanto a personal del equipo como a visitantes. Capacitar a todo el personal que labora en los equipos, que para este caso pertenecen a la Universidad Industrial de Santander, en las áreas con presencia de H<sub>2</sub>S en las características de este gas, sus efectos sobre el ser humano, el código de alarmas sonoras y qué hacer en caso de una emergencia.

Estandarizar con la compañía operadora el código sonoro de alarmas incluyendo la señal por presencia de H<sub>2</sub>S. Realizar el Layout<sup>27</sup> de seguridad de las instalaciones en donde se define la ubicación del equipo de emergencia y contra incendio del área (extintores, enfermería, manga veleta, botiquines, alarma, ubicación de sensores de monitoreo de H<sub>2</sub>S, exposímetro y equipos de auto contenido), además de la ruta de evacuación principal y las rutas alternas, así como el punto de reunión (área segura previamente asignada).

---

<sup>27</sup> Esquema de distribución de los elementos dentro un diseño.

Dar a conocer las responsabilidades de cada trabajador dentro de una emergencia por presencia de H<sub>2</sub>S. Seleccionar y entrenar al personal del equipo en el uso del equipo de auto contenido, así como al coordinador de emergencias y las personas con responsabilidades específicas dentro del plan de contingencia. Se debe garantizar que los brigadistas y coordinador de emergencias tengan sus elementos de protección personal, sean conocidos y puedan ser distinguidos del resto de personal.

Mantener el listado de organismos de apoyo especializados del área, recursos logísticos de apoyo por parte de la operadora y personal de oficinas que se involucre en la emergencia, con sus respectivos números telefónicos.

Mantener control sobre el personal propio, de contratistas y visitantes que entra y sale de la locación, para lo cual se utiliza el sistema de tarjetas "T", el cual es responsabilidad del controlador de acceso, personal HSE o la persona asignada. Inspeccionar periódicamente operatividad de equipos de emergencia (sensores de monitoreo de H<sub>2</sub>S, explosímetro, equipos de auto contenido). Estos sensores normalmente pertenecen a la compañía de Mud Logging, por tanto es responsabilidad de dicha compañía su inspección y mantenimiento.

Toda persona que ingrese a las instalaciones debe suministrar una información básica que se registra en la tarjeta "T": Nombre completo, compañía, EPS, ARP, grupo sanguíneo. Adicionalmente se requiere otra información sobre su hora de ingreso, compañía, persona de contacto y sobre su estado de salud (enfermedades, alergias). El controlador de acceso debe informar al personal de HSE la llegada de un visitante para realizar la inducción.

Realizar la inducción para visitantes del área en la cual se informe la actividad operativa que se está ejecutando, las recomendaciones pertinentes al proceso, los planes de contingencia para las emergencias que puedan ocurrir, así como la

ubicación de los equipos de emergencias, salidas de evacuación y punto de reunión. Una vez realizada la inducción el visitante debe presentarse al Jefe de Equipo o Company Man, para informar el motivo de su visita y el tiempo de permanencia en las instalaciones. Se debe garantizar que todo el personal que ingrese a las instalaciones cuente con los elementos de protección personal necesarios para la ejecución de su trabajo.

Realizar simulacros requeridos para que el personal reconozca el sonido de la alarma, actúe de acuerdo al plan de contingencia específico definido con la compañía para que se detecten y corrijan fallas al seguir este.

**6.9.2 Durante la emergencia (Campo).** En la tabla 60 se presentan las acciones durante la emergencia.

**Tabla 60.** Acciones durante la emergencia de acuerdo al cargo.

<b>CARGO</b>	<b>ACCIÓN</b>
<b>Perforador</b>	Acciona la alarma sonora de emergencia por presencia de H2S y asiste al supervisor para asegurar el pozo.
<b>Company Man/Jefe de Equipo/Supervisor de 12 Horas/Cuadrilla</b>	Aseguran el pozo.
<b>Supervisor de HSE:</b>	Coordina evacuación del personal en forma ordenada y rápida.
<b>Brigadistas de Primeros auxilios</b>	Llevan camillas, termo de agua. El botiquín portátil lo evacuan sino se cuenta con personal de salud en el área. Deben prestar los primeros auxilios en coordinación con el personal de salud.
<b>Brigadista de Evacuación</b>	Despiertan al personal que se encuentre en el campamento y aseguran la evacuación de todo el personal de las instalaciones. Verifican las tarjetas T en el punto de reunión.
<b>Personal de Salud</b>	Lleva el botiquín portátil y presta los primeros auxilios en caso de que se requiera.
<b>Persona designada para uso de equipo de auto contenido</b>	Retira equipo de auto contenido, hace uso adecuado del mismo y se dirige al rescate de víctimas si existen.
<b>Almacenista</b>	Se comunica con la base más cercana según las instrucciones del coordinador de la emergencia (jefe de equipo).
<b>Obreros de Patio, Recoge muestras, Visitantes</b>	Suspenden trabajos y evacuan al punto de reunión, teniendo en cuenta la dirección del viento dada por la manga veleta.

**Tabla 60.** (Continuación).

<b>Jefe de Equipo</b>	Es el coordinador de la emergencia. Debe establecer comunicación continua con el líder de cada brigada de emergencias. Debe solicitar el apoyo externo, en caso de que se requiera, a las instituciones del área (bomberos, defensa civil, cruz roja, policía nacional, clínicas y hospitales), para lo cual debe tener disponibles los números telefónicos. Debe informar a la superintendencia del respectivo distrito. Debe conformar la brigada de rescate si las condiciones lo permiten.
<b>Company Man:</b>	Coordina el apoyo logístico con la compañía operadora, en caso de requerirse.
<b>Operadores de Equipo Pesado/Operador de Grúa:</b>	Suspenden los trabajos y se dirigen al punto de reunión.

**Fuente:** Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

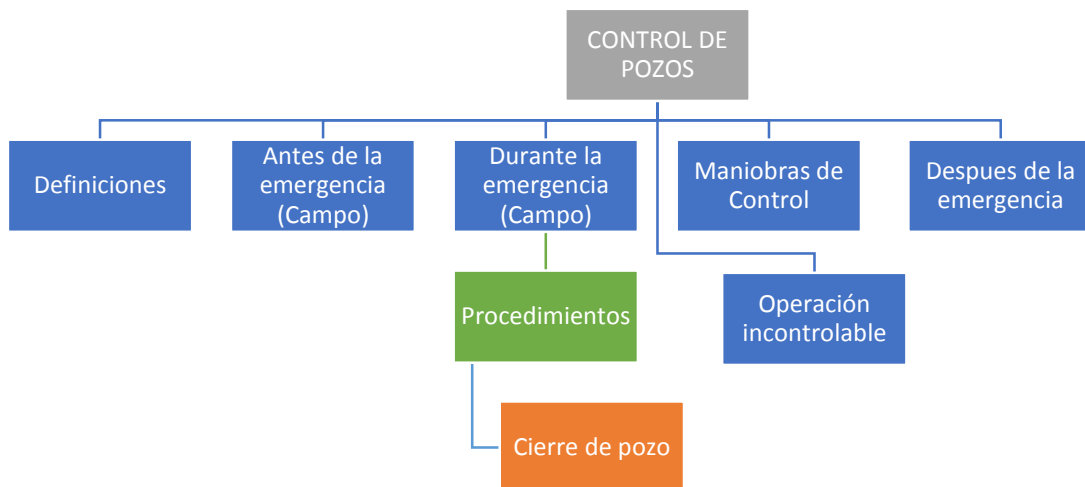
**6.9.3 Después de la Emergencia (Taladro).** El coordinador de la emergencia y los líderes de cada brigada deben tomar nota de las situaciones anormales observadas y deben ser evaluadas con todas las personas involucradas en la emergencia, en el punto de reunión. El coordinador de la emergencia debe reunirse junto con los brigadistas y grupos de apoyo para verificar el área, cuantificar las pérdidas y evaluar la respuesta al evento. En los casos donde no hay personal que rescatar, el Personal de Salud y el Supervisor HSE realizan mediciones periódicas de la atmósfera haciendo uso del equipo de auto contenido y determinan si es seguro volver al área de trabajo.

Se debe inspeccionar el área y poner en funcionamiento los equipos, previo al ingreso del personal. Una vez controlada la emergencia y restablecida la seguridad en el lugar de trabajo, el coordinador de emergencias debe autorizar el reingreso del personal a las instalaciones, advirtiéndole que deben tomar ciertas precauciones tales como: inspeccionar su puesto de trabajo, eliminar condiciones inseguras y reportar las anomalías encontradas.

## 6.10 CONTROL DE POZOS

El principal objetivo es dar parámetros para el control de flujos no deseados dentro del pozo bien sea petróleo y/o gas, cuando se realicen operaciones de Perforación y Workover con los equipos de la Universidad Industrial de Santander UIS, evitando así posibles lesiones al personal involucrado, daños al medio ambiente, al equipo y al pozo. En la figura 23, se presenta el esquema de las fases que intervienen durante el control de pozos.

**Figura 23.** Esquema de las fases de intervención para el control de pozos.



### 6.10.1 Definiciones

**6.10.1.1 Patada De Pozo.** Entrada de gas, petróleo, agua u otros fluidos de formación dentro del pozo durante la perforación. Esto ocurre porque la presión generada por la columna de fluido de perforación no es suficiente para superar la presión utilizada por los fluidos en la formación perforada. Si la acción no es tomada

para controlar la patada, o se toman medidas para matar el pozo, un Blow out puede ocurrir.

**6.10.1.2 Blow Out (Reventón).** Flujo de gas, petróleo, agua u otros fluidos del pozo en la atmósfera. Ocurre cuando la presión de la formación excede la presión aplicada por la columna de fluido. Una patada de pozo puede advertir un Blow out.

**6.10.2 Antes de la emergencia (Campo).** Divulgar el plan de contingencia para control de pozos a todo el personal del frente de trabajo. Dar a conocer las responsabilidades de cada trabajador dentro de una maniobra de control de pozos. Realizar el Layout de seguridad de las instalaciones en donde se define la ubicación del equipo de emergencia y contra incendio del área (extintores, enfermería, manga veleta, botiquines, alarma) además de la ruta de evacuación principal y las rutas alternas, así como el punto de reunión. Ubicar los equipos de emergencia adecuadamente y dispositivos para corte de energía, revisarlos continuamente y señalizarlos.

Realizar la inducción para visitantes del área en la cual se informe los planes de contingencia para las emergencias que puedan ocurrir, así como la ubicación de los equipos de emergencias, salidas de evacuación y punto de reunión. Realizar simulacros para probar el plan de contingencia para control de pozos, lo cual permite: determinar la efectividad del entrenamiento; comprobar que todo el personal escucha y reconoce la alarma; verificar que el personal identifica las rutas de evacuación; comprobar que la ruta de evacuación está señalizada y libre; identificar que el equipo requerido está disponible, está en óptimas condiciones y apropiado para responder a la emergencia; reconocer el Punto de Reunión, entre otras.

Realizar periódicamente pruebas al equipo de control de pozos del taladro, donde se incluye la preventora, el acumulador, el Choke Manifold, el desgasificador y las válvulas de seguridad y circulación entre otras.

**6.10.3 Durante la emergencia (Campo).** Algunos indicios para identificar una patada de pozo son los siguientes:

- **Cuando se está perforando.**

- ✓ El pozo fluye con las bombas apagadas.
- ✓ Aumento de nivel en los tanques.
- ✓ Aumento inesperado en la rata de penetración.
- ✓ Disminución de la presión de bombeo.

- **Cuando se está realizando viaje de tubería.**

- ✓ El pozo fluye con las bombas apagadas.
- ✓ Inconsistencia en la cuenta de llenado del pozo (al sacar tubería).
- ✓ Si se presentaran uno de estos indicios se debe proceder al cierre del pozo.

En el anexo E se presentan los procedimientos que se deben seguir para cerrar el pozo si se observa una patada para los siguientes casos: si el pozo no fluye, si el pozo fluye y si el pozo fluye durante un viaje con sarta de varilla.

**6.10.4 Maniobras de Control.** De acuerdo con el método de control de pozo que se utilice (del perforador, de esperar y pesar o stripping), para las maniobras de control del pozo, el personal debe ubicarse en el sitio respectivo, según se muestra en la Tabla 61.

**Tabla 61.** Maniobras de control de acuerdo al cargo de los trabajadores.

<b>CARGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>Perforador</b>	En la consola de controles del Malacate.
<b>Encuellador</b>	En las bombas y tanques de lodo de Succión.
<b>Cuñero 1</b>	Con el Perforador.
<b>Cuñero 2</b>	Se ubica en el Choke Manifold.
<b>Cuñero 3</b>	Colabora con el Encuellador.
<b>Supervisor de operaciones</b>	En los controles del Acumulador y en los equipos de perforación, en el Panel remoto del acumulador.
<b>Soldador</b>	Suspende trabajo de soldadura, avisa al personal presente en el campamento y mueve los vehículos de la compañía fuera de la localización.
<b>Obrero de Patio</b>	Dirigirse al área de tanques y atender instrucciones del Ingeniero de Lodos y Encuellador. Visitantes: Atender instrucciones del Company Man y/o Jefe de Equipo. Dirigirse hacia el sitio de reunión.
<b>Jefe de Equipo / Company Man</b>	Controlan la patada del pozo con el Choke Manifold desde panel de control de choque. Mecánico y Aceitero: Pendientes del acumulador por si se presenta algún daño.
<b>Supervisor de HSE:</b>	Ayuda a controlar la emergencia y coordina la evacuación del personal de visita y propio del taladro (si es necesario evacuar)

**Fuente:** Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

**6.10.5 Si la operación se torna incontrolable o grave.** El jefe de equipo debe dar aviso de inmediato a la superintendencia de operaciones respectiva (norte o sur), quienes acudirán con ayuda logística y técnica para el control de la emergencia. En todos los casos después de realizar el control primario, se procede a realizar el procedimiento establecido por la compañía operadora para matar el pozo. En el caso de presentarse un peligro inminente de reventón (Blow out), se debe activar la alarma de evacuación.

**6.10.6 Después de la emergencia (Campo).** El coordinador de la emergencia y los líderes del control del pozo deben tomar nota de las situaciones anormales observadas y deben ser evaluadas con todas las personas involucradas en la emergencia, en el punto de reunión. Se debe inspeccionar el área y poner en

funcionamiento los equipos, previo al ingreso del personal. Se recomienda hacer monitoreo de gases en el área del taladro para prevenir la presencia de atmósferas peligrosas.

Una vez controlada la emergencia y restablecida la seguridad en el lugar de trabajo, los coordinadores de la emergencia (Jefe de equipo – Company Man) deben autorizar el reingreso del personal a las instalaciones, advirtiéndole que deben tomar ciertas precauciones tales como: inspeccionar su puesto de trabajo, eliminar condiciones inseguras y reportar las anomalías encontradas. Diligenciar el Formato de “Reporte de simulacros” en caso de simulacro o situación real, definiendo los aspectos a mejorar y las acciones correctivas y preventivas que se deben tomar. Antes de iniciar las operaciones revisar que los equipos de control de pozos se encuentren en la posición adecuada para la operación a realizar.

## **6.11 AVERÍA DE EQUIPOS Y/O FALLAS DE COMPONENTES ESTRUCTURALES DEL EQUIPO**

El principal objetivo es identificar las medidas a tomar por parte del jefe de equipo, del perforador, del mecánico y del electricista de los frentes de trabajo en caso de avería de equipos y/o fallas de componentes estructurales del equipo.

### **6.11.1 Antes de la emergencia.**

- ✓ Identificar y tener un listado del equipo y componentes estructurales críticos presentes en el taladro.
- ✓ Tener un stock de repuestos suficiente para respaldar una posible emergencia relacionada con el equipo o componentes estructurales críticos.
- ✓ Verificar que todos los equipos y componentes estructurales críticos estén incluidos en el programa.

- ✓ El personal de mantenimiento del equipo y el Jefe de Equipo debe garantizar que se realiza el mantenimiento de los equipos y componentes estructurales acorde con el plan de mantenimiento.
- ✓ Instruir al personal en la operación, mantenimiento y arme de manera adecuada de equipos y componentes estructurales.
- ✓ Evaluar el impacto de la avería en la seguridad del personal, del equipo o del pozo.
- ✓ Se debe disponer del equipamiento de reserva necesario para reemplazar el averiado.

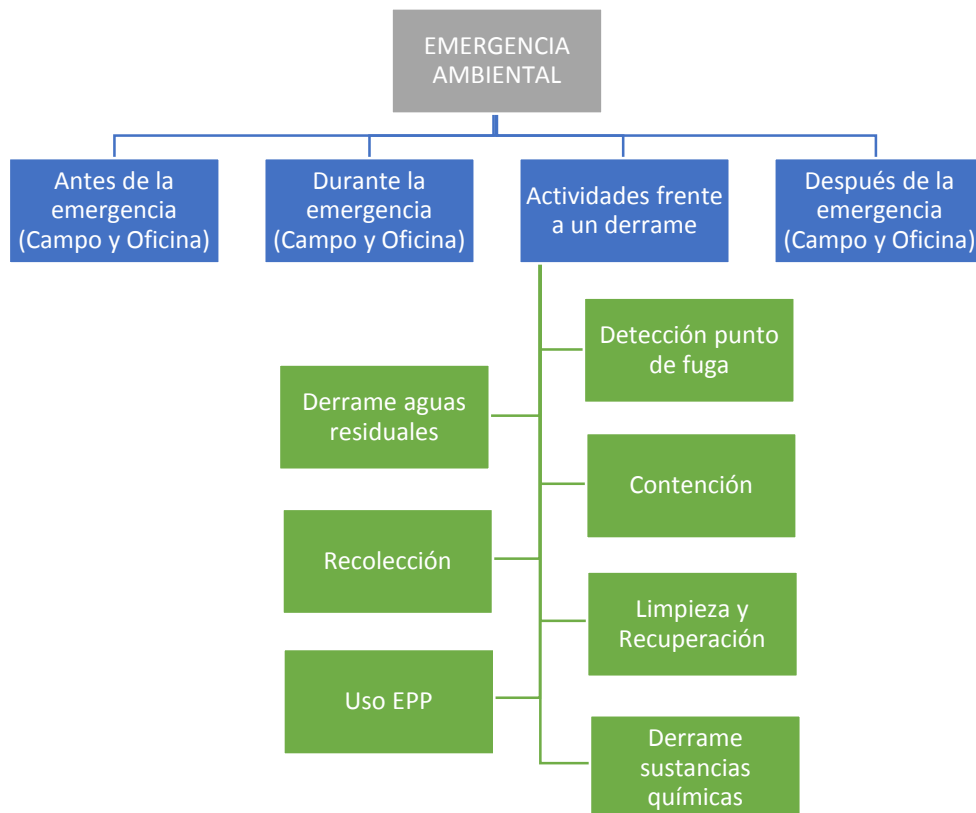
#### **6.11.2 Durante la emergencia.**

- ✓ Activar la alarma general y convocar a todo el personal.
- ✓ Evaluar la falla del equipo y si es posible determinar la causa.
- ✓ Evaluar el tiempo de reparación y recursos necesarios.
- ✓ Obtener información y reporte de daños por parte de la persona que observó la avería del equipamiento.
- ✓ Indicar al personal las medidas necesarias para garantizar la continuidad y seguridad de las operaciones.
- ✓ Suspender todas las operaciones y proteger el pozo.
- ✓ Tomar todas las medidas necesarias para garantizar la integridad y estabilidad del equipo.
- ✓ Evaluar la amplitud de los daños con el mecánico del equipo, electricista y considerar la necesidad de evacuar al personal.
- ✓ Determinar si es necesario evacuar el equipo.
- ✓ En caso de no ser necesaria la evacuación se deben realizar los reportes necesarios.

## 6.12 EMERGENCIA AMBIENTAL

El principal objetivo es identificar las medidas que debe tomar el personal del equipo cuando ocurre una pérdida o derrame de hidrocarburos líquidos, líquidos inflamables o de materiales peligrosos en el equipo y los alrededores del taladro. En la figura 24, se presenta el esquema de las fases que intervienen en caso de una intervención en el control de pozos

Figura 24. Esquema de las fases de intervención en caso de una emergencia ambiental.



**6.12.1 Antes de la emergencia Campo y Oficina.** Divulgar el análisis de vulnerabilidad y el plan de contingencia para Pérdida no Contendida de Material Peligroso<sup>28</sup> a todo el personal del frente de trabajo. Se debe dar a conocer las responsabilidades de cada trabajador dentro de una Pérdida no Contendida de Material Peligroso.

Realizar el Layout de seguridad de las instalaciones en donde se define la ubicación de los puntos de control, la caseta con los elementos de control ambiental y la dirección de flujo del posible derrame de acuerdo a las pendientes del terreno. La caseta ambiental debe tener picas, palas, carretilla, balde, escoba, bolsas plásticas de color rojo, sacos de lona, cordones absorbentes, tela oleofilica, linterna, cinta de señalización, 4 tubos (0.5m) y codos de 4 pulgadas.

Ubicar los puntos de control con su respectiva señalización, los cuales deben incluir como mínimo 4 sacos – suelo, 1 tubo y codo de 4 pulgada en PVC, lo anterior colocado sobre estibas y protegido con un plástico para la lluvia. Seleccionar y entrenar a los brigadistas del Plan de Contingencia de Pérdida no Contendida de Material Peligroso.

Garantizar que los brigadistas y coordinador de emergencias tengan sus elementos de protección personal, sean conocidos y puedan ser distinguidos del resto de personal. Mantener el listado de organismos de apoyo especializados del área, recursos logísticos de apoyo por parte de la operadora y personal de oficinas que se involucre en la emergencia, con sus respectivos números telefónicos.

El controlador de acceso debe informar al personal de HSE la llegada de un visitante para realizar la inducción. Realizar la inducción para visitantes del área en la cual se informe la actividad operativa que se está ejecutando, las recomendaciones

---

<sup>28</sup> Material en estado sólido, líquido o gaseoso que presente alguna de las siguientes características: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable o Patógeno, el cual puede causar daños a personas, medio ambiente y al equipo.

pertinentes al proceso, los planes de contingencia para las emergencias que puedan ocurrir, así como la ubicación de los equipos de emergencias, salidas de evacuación y punto de reunión. Una vez realizada la inducción el visitante debe presentarse al Jefe de Equipo o Company Man, para informar el motivo de su visita y el tiempo de permanencia en las instalaciones. Se debe garantizar que todo el personal que ingrese a las instalaciones cuente con los elementos de protección personal necesarios para la ejecución de su trabajo.

Realizar simulacros para probar el plan de contingencia para Pérdida no Contendida de Material Peligroso, lo cual permite: determinar la efectividad del entrenamiento; comprobar que todo el personal escucha y reconoce la alarma; verificar que el personal identifica las posibles rutas de flujo de un derrame y los puntos de control. Comprobar que la ruta de evacuación está señalizada y libre; identificar que el equipo requerido está disponible, está en óptimas condiciones y apropiado para responder a la emergencia; reconocer el Punto de Reunión, entre otras.

**6.12.2 Durante la emergencia (Campo y Oficina).** Las responsabilidades en caso de pérdida no contenida de cualquier material peligroso (hidrocarburo, químicos, agua residual, residuos, etc.), se encuentran esquematizadas en la Tabla 62.

**Tabla 62.** Responsabilidades en caso de derrame de acuerdo al cargo de los trabajadores.

<b>CARGO</b>	<b>ACCIÓN</b>
<b>Supervisor de Operaciones</b>	Debe dar la orden de activación de la alarma de Pérdida no Contendida de Material Peligroso una vez la emergencia es declarada.
<b>Perforador</b>	Activa la alarma y asiste al supervisor para asegurar el pozo si el derrame es causado por pérdida del fluido del pozo.
<b>Brigadistas contra derrames</b>	Se dirigen al punto de fuga para contener lo más rápido posible el derrame y posteriormente realizar su recolección y limpieza del área.
<b>Mecánico y Aceitero</b>	Apagan toda la maquinaria que produzca calor en el área y verifican que los sistemas automáticos funcionen de manera adecuada.
<b>Soldador</b>	Suspende los trabajos y retira los vehículos del área, en caso de ser necesario.

**Tabla 62.** (Continuación).

<b>Almacenista</b>	Si el derrame no se puede contener se comunica con la base más cercana según las instrucciones del coordinador de la emergencia
<b>Obreros de Patio</b>	Se dirigen al punto de fuga/derrame para colaborarle a la brigada contra derrames.
<b>Recoge muestras, Visitantes</b>	En caso de que el derrame no se pueda contener se dirigen al punto de reunión.
<b>Jefe de Equipo / Supervisor HSE</b>	Es el coordinador de la emergencia. Debe establecer comunicación continua con el líder de cada brigada de emergencias. Debe solicitar el apoyo externo, en caso de que se requiera, a las instituciones del área (bomberos, defensa civil, cruz roja, policía nacional, clínicas y hospitales), para lo cual debe tener disponibles los números telefónicos. Debe informar a la superintendencia del respectivo distrito. Debe conformar la brigada de rescate si las condiciones lo permiten.
<b>Company Man</b>	Coordina el apoyo logístico con la compañía, en caso de requerirse.
<b>Operadores de Equipo Pesado</b>	Si el derrame es de gran magnitud suspenden los trabajos, retiran los vehículos del área y se dirigen al punto de reunión.
<b>Operador de Grúa</b>	Si el derrame es de gran magnitud y hay cargas suspendidas, baja las cargas, retira el vehículo y se dirige al punto de reunión.

**Fuente:** Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

### **6.12.3 Actividades específicas en caso de derrame de hidrocarburos.**

**6.12.3.1 Detección del punto de fuga.** Se debe detectar el sitio de fuga y eliminar el origen de su descarga. El hidrocarburo derramado debe conducirse a un sitio de almacenamiento para impedir la llegada a un cuerpo de agua.

**6.12.3.2 Contención.** Si la descarga no se puede suspender se debe tratar por todos los medios contener el hidrocarburo y evitar que llegue a los canales de aguas lluvias y mucho menos a cuerpos de agua (quebradas, lagunas, etc.). Para esto se debe rodear con tierra, sacos-suelo, cordones absorbentes (chorizos), producto absorbente, arena, basura o lo que tenga a mano. También se debe aprovechar los

declives naturales (pendientes del terreno) y conducir el hidrocarburo hacia una depresión natural o construir un hueco para su almacenamiento tenga en cuenta de cubrir el suelo con plástico o geomembrana. Cuando el derrame sea de gran magnitud se deben contener con los puntos de control ubicados de acuerdo al Layout del proyecto.

**6.12.3.3 Recolección.** Para crudo y otros hidrocarburos pesados, la recolección debe efectuarse en fast tank, baldes o cualquier recipiente y depositarse en canecas (55 gal) o tanques disponibles. También puede hacerse con sustancias absorbentes tales como tela oleofílica o productos absorbentes.

**6.12.3.4 Limpieza y recuperación.** La tierra contaminada debe retirarse con palas hasta que el área quede tan similar como se encontraba antes de la emergencia. El suelo contaminado debe manejarse por cualquiera de los siguientes medios: Mezclar el suelo contaminado con igual cantidad de tierra limpia agregándole fertilizante y dejando el área con surcos como si se fuera a sembrar. Ubicar el suelo contaminado en un área adecuada y agregar producto biodegradable (disponible en los spill kadies) de acuerdo a las indicaciones. Los materiales usados para la recolección (tela oleofílica, trapos, etc.) deben ser incinerados adecuadamente.

**6.12.3.5 Actividades específicas en caso de derrame de sustancias químicas.** Se debe tener en consideración durante el cargue, transporte y descargue de las sustancias químicas y en general siempre que se manipulen productos químicos durante las actividades del proyecto.

**6.12.3.6 Uso de elementos de protección personal.** Todo el personal involucrado dentro de las actividades del proyecto (almacenista, operador de montacargas, conductor de vehículo, obrero de patio, encuellador, técnico de aguas, etc.) debe hacer uso de los elementos de protección personal (overol, casco, botas de seguridad, protección respiratoria, gafas, guantes, protectores de lluvia, etc.) para

la manipulación de sustancias químicas. Se debe dar lectura a las hojas de seguridad MSDS<sup>29</sup> antes de manipular un producto químico.

Es indispensable el uso de equipos de respuesta en caso de derrame de sustancias químicas tales como: pala y pica, linterna, bolsas de polietileno, cinta para aislar el área, plástico grueso para cubrir el derrame y evitar el contacto con la lluvia y el sol, escoba, balde, material absorbente para químicos, normalmente se encuentran telas o almohadillas de color naranja para esta función, disponible en los spill kadies.

**6.12.3.7 Actividades específicas en caso de derrame de aguas residuales.** Las plantas de tratamiento en lo posible deben tener dique de contención propio o construido en la locación. Que este en la capacidad de contener el derrame dentro del dique, detener el bombeo de los equipos, y una vez reparado el problema, bombee el derrame que se encuentra dentro del dique hacia la planta de tratamiento y estabilice el sistema.

Cuando se presente derrame por problemas operacionales de la planta el derrame se puede presentar en la estación de bombeo o dentro del dique de la planta. En cualquier caso se debe revisar el sistema de bombeo y los flotadores que regulan el nivel, luego se debe retener la operación de la planta desconectando la energía y proceder a cambiar la bomba, flotador o sistema eléctrico según el caso.

**6.12.4 Después de la emergencia (Campo y Oficina).** El coordinador de la emergencia y los líderes de cada brigada deben tomar nota de las situaciones anormales observadas y deben ser evaluadas con todas las personas involucradas en la emergencia, en el punto de reunión. El coordinador de la emergencia debe reunirse junto con los brigadistas y grupos de apoyo para verificar el área, cuantificar las pérdidas y evaluar la respuesta al evento. Se debe inspeccionar el área y poner en funcionamiento los equipos, previo al ingreso del personal. Una vez controlada

---

<sup>29</sup> *Material safety data sheet*, ficha de datos de seguridad (FDS).

la emergencia y restablecida la seguridad en el lugar de trabajo, el coordinador de emergencias debe autorizar el reingreso del personal a las instalaciones, advirtiéndoles que deben tomar ciertas precauciones tales como: inspeccionar su puesto de trabajo, eliminar condiciones inseguras y reportar las anomalías encontradas.

### **6.13 EMERGENCIA MÉDICA**

El principal objetivo es establecer un proceso rápido, ordenado, eficiente y eficaz de atención de personas ante la ocurrencia de un evento que involucre lesiones o enfermedades súbitas a empleados, contratistas o visitantes de la compañía que laboren en cualquiera de los frentes de trabajo, minimizando las complicaciones y salvaguardando la integridad física del personal involucrado, personal de salud y brigadistas de primeros auxilios. La forma más adecuada de evitar lesiones a las personas es concientizar a todos los trabajadores, contratistas y visitantes en la importancia de laborar con todas las medidas de seguridad, siguiendo los procedimientos y evaluando los riesgos y peligros.

**6.13.1 Antes de la emergencia (Campo).** Realización y divulgación del MEDEVAC, con la ubicación exacta, actualización de los centros de remisión, actualización de los números telefónicos de las entidades de apoyo y los responsables del proceso. Se debe contar con información actualizada de las personas existentes en la locación.

Se debe conformar, actualizar y divulgar la brigada de primeros auxilios, en concordancia con la brigada de evacuación y rescate por cuadrillas. Adicionalmente se debe hacer una revisión de los panoramas de riesgos para determinar a qué se puede enfrentar y tener de esta manera preparación personal y logística para la solución de cualquier emergencia.

Es importante estandarizar con la compañía operadora el código sonoro de alarmas y dar a conocer este a todos los visitantes (Ver Tablas 63 y 64 al final de este capítulo) del taladro durante la inducción de seguridad, esto es responsabilidad del supervisor de HSE, personal de salud y el jefe de equipo. Debe ser publicado en todas los sitios del taladro y localización, donde tenga acceso personal tal como casetas, comedores, salas de televisión, oficinas, etc. Es importante tener calculado el tiempo aproximado de arribo a los sitios iniciales de remisión, al igual que a un centro para su atención complementaria de mayor nivel si se requiere. Al igual que probar constantemente el estado de los canales de comunicación con los centros de remisión.

La ubicación de la enfermería deberá ser acorde a la premura de la atención y accesibilidad por parte de los vehículos si se requiere para la evacuación de un lesionado. Se deben realizar inventarios de los elementos y medicamentos que contienen las enfermería, de acuerdo a los conocimientos y desarrollo de procedimientos autorizados para el personal de salud/ brigada. También, brindar los elementos de protección adecuados para la atención de cualquier emergencia. Deben realizarse los simulacros requeridos para que el personal reconozca el sonido de la alarma, actúe de acuerdo al plan, y desarrolle sus actividades de acuerdo al MEDEVAC.

**6.13.2 Antes de la emergencia (oficinas).** Ejecutar y divulgar del MEDEVAC, con la ubicación exacta, actualización de los centros de remisión, actualización de los números telefónicos de las entidades de apoyo y los responsables del proceso. Debe estandarizarse el código de alarmas en la instalación. Conformación, actualización y divulgación de la brigada de primeros auxilios, en concordancia con la brigada de evacuación y rescate. Revisar los panoramas de riesgos para determinar a qué se puede enfrentar y tener de esta manera preparación personal y logística para la solución de cualquier emergencia. Tener calculado el tiempo aproximado de arribo a los sitios iniciales de remisión, al igual que a un centro para su atención complementaria de mayor nivel si se requiere.

Cuando un visitante llega a una base u oficina de la empresa operadora, en este caso La Universidad Industrial de Santander UIS, debe indicársele la señal sonora que indica la emergencia médica. Esto es responsabilidad de la persona que autoriza el ingreso del visitante. El boletín de inducción a visitantes se utiliza en bases y oficinas como ayuda para la orientación anterior. Se deben realizar inventarios de los elementos y medicamentos que contienen las enfermerías, de acuerdo a los conocimientos y desarrollo de procedimientos autorizados para el personal de salud/ brigada. Brindar los elementos de protección adecuados para la atención de cualquier emergencia. Al igual que en campo, los simulacros permiten mejorar la capacidad de reacción del personal propio y de los visitantes además de descubrir y corregir fallas que podrían presentarse en una emergencia real.

**6.13.3 Durante la emergencia (Campo).** La respuesta inicial se describe a continuación, sin embargo se debe solicitar el apoyo externo de acuerdo a la evaluación que realice el coordinador de la emergencia. Se da la alarma avisando inmediatamente al personal de salud o brigada, para activar la respuesta médica. El personal de salud evalúa a él (los) lesionado (s), si es posible, en el sitio del evento, solicita apoyo externo, realiza la clasificación de heridos (Triage) si son varios heridos, y define la conducta a seguir. Si se dispone además una evacuación, el personal de salud o brigada, se ubican en un sitio estratégico, llevando el botiquín portátil preparado, en espera de los posibles heridos que se evacuen. El personal de salud coordina con la brigada de primeros auxilios la forma de atención en caso de más de un lesionado.

Si es posible se lleva a la enfermería para estabilizar al paciente y proporcionarle un adecuado traslado. Se determina el vehículo en el cual se debe trasladar el paciente, sea ambulancia u otro vehículo. En algunos casos debido a la ubicación geográfica o por difícil acceso se requiere evacuación aérea, la cual debe ser coordinada con la oficina de Bogotá, y/o con la ARP, por ello es importante tener actualizadas en el MEDEVAC la ubicación por coordenadas GPS.

De igual manera se define antes de salir el sitio de remisión, esta actividad inclusive puede ser confirmada vía telefónica aplicando los datos consignados en el MEDEVAC. En caso de accidente de trabajo se diligencia el reporte ATEP<sup>30</sup>, el formato de remisión y el de atención de pacientes los dos últimos si el lesionado no requiere atención vital. El personal de salud se desplaza en acompañamiento con el lesionado al sitio de remisión, esto si no existen más lesionados que requieran la asistencia, en esta ausencia queda la Brigada atenta por si hay otra emergencia.

Es importante recalcar que la respuesta ante una emergencia médica debe ser coordinada y ejecutada de acuerdo al criterio del personal de salud, si es el caso este personal se puede apoyar en el coordinador de HSE, en el personal de salud con mayor conocimiento o con contactos médicos de las EPS o ARP (Líneas telefónicas de apoyo).

**6.13.4 Durante la emergencia (oficinas).** Se da la alarma avisando inmediatamente al personal de salud y/o brigada, para activar la respuesta médica. El personal de salud evalúa a él (los) lesionado (s), si es posible, en el sitio del evento, solicita apoyo externo, realiza la clasificación de heridos (Triage) si son varios heridos, y define la conducta a seguir. Si es posible se lleva a la enfermería para estabilizar al paciente y proporcionarle un adecuado traslado. En caso de accidente de trabajo se diligencia el reporte ATEP, el formato de remisión y el de atención de pacientes los dos últimos si el lesionado no requiere mayor atención. Si es el caso se llama a una ambulancia o se traslada en un vehículo disponible. El personal de salud se desplaza en acompañamiento con el lesionado al sitio de remisión, esto si no existen más lesionados que requieran la asistencia del personal de salud. En esta ausencia queda la Brigada atenta por si hay otra emergencia.

---

<sup>30</sup> Formato único de Accidentes de Trabajo y Enfermedad Profesional. Aprobado en Colombia por la Ley 76 de 1988.

**6.13.5 Después de la emergencia (Campo y oficina).** Si está pendiente algún dato de llenado de papelería se debe realizar. Junto con el coordinador de emergencias, el personal de salud retoma toda la situación para determinar anomalías, condiciones adecuadas e inadecuadas, procedimientos ejecutados, respuesta del personal, etc. de esta manera se toman medidas que mejoren la respuesta ante cualquier situación similar. Si se trata de un caso de accidente de trabajo se realiza junto con el personal de HSE el reporte inicial del evento. Se debe revisar nuevamente en la enfermería, botiquines y elementos para dejarlos preparados en caso de otra emergencia. Se recomienda participar en la investigación del evento si fue accidente de trabajo.

**Tabla 63.** Significado de las señales sonoras en pozo.

SIGNIFICADO	CÓDIGO
<b>EMERGENCIA DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN</b>	En oficinas, bases y talleres se utiliza el mecanismo instalado para evacuación de área, en campo se utiliza una corneta la cual genera un tres pitos, indica un conato de incendio.
<b>ACIDO SULFHIDRICO (H<sub>2</sub>S)</b>	En taladros se utiliza el código de alarma de evacuación, a través de una corneta la cual genera un sonido continuo.
<b>CONTROL DE POZOS (Patada de pozo)</b>	En operaciones se utiliza una corneta la cual genera dos sonidos (pitos) continuos.
<b>EMERGENCIA AMBIENTAL (Derrame)</b>	En bases y talleres se utilizan mecanismos acústicos o luminosos (sirenas) de forma continua. En taladros se utiliza una corneta la cual genera 4 pitos.
<b>EMERGENCIA MÉDICA</b>	En oficinas, bases y talleres se utiliza el mecanismo de aviso verbal. En campo se utiliza una corneta la cual genera un pito de la misma manera que se ejecuta el llamado a una persona por el perforador o se realiza de manera verbal.

**Fuente:** Plan de Contingencia ANH-PATIA-1-ST-P.

## 6.14 EMERGENCIAS DE ORIGEN NATURAL

La evolución a crisis puede darse espontáneamente o por consenso del grupo técnico. Generalmente, un evento que surge de manera intempestiva o una secuencia de signos da lugar espontáneamente a la crisis y su respuesta es inmediata, de tal manera que se requiere un tiempo corto para activar el plan de contingencia. En la tabla 64, se encuentra la respectiva clasificación y colores correspondientes a los grados de alertas.

**Tabla 64.** Clasificación de los grados de alerta.

GRADO	COLOR
GRADO I o alerta blanca	
GRADO II o alerta amarilla	
GRADO III o alerta naranja	
GRADO IV o alerta roja	

**Fuente:** Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastre.

El cruce entre los estados de actividad y los grados de alerta se maneja dependiendo de la naturaleza y nivel de la actividad.

## 6.15 EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN

El plan será evaluado y actualizado para cada proyecto de acuerdo con los riesgos inherentes o propios de cada área y los organismos, entidades de apoyo y autoridades disponibles en la región. La revisión se debe realizar cada vez que sea necesario o como consecuencia de auditorías, accidentes o incidentes, directrices gerenciales, de las partes interesadas o solicitudes del personal. En caso de que lo anterior no se dé, se debe revisar cada 2 años.

## 6.16 PLAN INFORMATIVO

El plan informativo tiene como objetivo principal el principal el establecer las bases de lo que este requiere en términos de sistemas de manejo de información a fin de que los planes estratégico y operativo sean eficientes. Adicionalmente, en este plan se manejarán los listados o bases de datos actualizados de inventario de equipos y expertos con los que cuenta la compañía para la atención de sus emergencias que incluye:

- ✓ Inventario de entidades de apoyo y socorro en atención de emergencias en la región o en el área de influencia del proyecto, entre otros.
- ✓ Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (DNPAD).
- ✓ Comité Regional para la Prevención y Atención de desastres (CREPAD).
- ✓ Comité Local para la Prevención y Atención de Desastres (CLPAD).
- ✓ INGEOMINAS.
- ✓ Otros grupos del Sistema Nacional PAD<sup>31</sup>.
- ✓ Observatorios Vulcanológicos.
- ✓ Red Sismológica Nacional de Colombia.
- ✓ IDEAM<sup>32</sup>.
- ✓ Autoridades responsables de la protección civil, prevención y atención de desastres (con poder de decisión).

---

<sup>31</sup> Sistema de Meta información Programa Acelerado de Datos.

<sup>32</sup> Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales.

## 7. METODOLOGIA PARA LA OBTENCIÓN DE LOS PERMISOS DE VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO

### 7.1 REQUISITOS DEL PERMISO DE VERTIMIENTO

Los requisitos necesarios para la obtención de un permiso de vertimiento de aguas residuales, están dispuestos y reglamentados por el artículo 42 del decreto 3930 de 2010<sup>33</sup>, el interesado en obtener dicho permiso, deberá presentar ante la autoridad ambiental competente, una solicitud por escrito que contenga toda información allí especificada. A continuación se describen de forma detallada cada uno de los requisitos anteriormente mencionados:

**7.1.1 Nombre, dirección e identificación del solicitante y razón social si se trata de una persona jurídica.** Generalmente debe diligenciarse formulario único nacional de permisos de vertimientos, debe ser firmado por el responsable de la generación del vertimiento, en caso tal de que el solicitante es una persona jurídica deberá estar firmado por el representante legal, en el caso en el que se solicite por apoderado, deberá constituirse mediante un poder debidamente otorgado y constituido. Además de esto, debe especificarse la calidad en que actúa, en referencia a la propiedad, estas categorías pueden ser: propietario, arrendatario, poseedor u otro.

**7.1.2 Información General del Predio.** La información requerida en este ítem hace referencia a las propiedades donde funciona el establecimiento para el cual se solicita el permiso de vertimientos. Para dar cumplimiento se requiere Nombre y localización del predio, proyecto, obra o actividad y costo del proyecto, obra o

---

<sup>33</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 3930 (25, Octubre, 210). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo 11 del Título VI-Parte 11I- Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio.

actividad. El valor económico total del proyecto, obra o actividad se define como la sumatoria de los costos de inversión y operación, definidos en la Tabla 65.

**Tabla 65.** Costos y actividades asociadas a un proyecto.

COSTOS	ACTIVIDADES
<p align="center"><b>Costos de inversión.</b></p>	Realizar los estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseño.
	Adquirir los predios, terrenos y servidumbres
	Reasentar o reubicar los habitantes de la zona.
	Construir las obras civiles principales y accesorias.
	Adquirir los equipos principales y auxiliares.
	Realizar el montaje de los equipos.
	Realizar la interventoría de la construcción de las obras civiles y del montaje de los equipos.
	Ejecutar el Plan de Manejo Ambiental.
	Todos los demás costos de inversión que hacen posible la obtención de beneficios económicos para el propietario.
<p align="center"><b>Costos de operación. Comprende los costos requeridos para la administración, operación y mantenimiento durante la vida útil hasta el desmantelamiento del proyecto, obra o actividad.</b></p>	Valor de las materias primas para la producción del proyecto.
	La mano de obra calificada y no calificada utilizada para la administración, operación y mantenimiento del proyecto, obra o actividad.
	Pagos de arrendamientos, servicios públicos, seguros y otros servicios requeridos.
	Los costos requeridos para el desmantelamiento del proyecto, obra o actividad.
	Todos los demás costos y gastos de operación que permiten la obtención de beneficios económicos para el propietario.

**Fuente:** Modificado de “GUÍA METODOLÓGICA DE TRÁMITES PARA EL CONTROL DE LOS VERTIMIENTOS EN LOS CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES, AL SUELO ASOCIADO A UN ACUÍFERO Y AL MEDIO MARINO, EN FUNCIÓN DE LOS TRÁMITES Y PROCEDIMIENTOS REQUERIDOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS PERMISOS DE VERTIMIENTOS”.

**7.1.3 Información Sobre el Tipo De Vertimiento.** La información requerida está asociada a las actividades que generan el vertimiento, el tipo de descarga residual; nombre de la fuente de abastecimiento de agua indicando la cuenca hidrográfica a la cual pertenece; nombre de la fuente receptora del vertimiento indicando la cuenca

hidrográfica a la que pertenece; sistema de tratamiento usado; caudal de la descarga expresada en litros por segundo; frecuencia de la descarga expresada en días por mes; tiempo de la descarga expresada en horas por día; tipo de flujo de la descarga (flujo continuo o intermitente).

También se debe establecer la localización en términos administrativos estableciendo el departamento, municipio y centro poblado donde se genera.

**7.1.4 Nombre de la fuente receptora del vertimiento indicando la cuenca hidrográfica a la que pertenece.** Para identificar el sistema receptor del vertimiento, en el caso de cuerpos de aguas superficiales se debe identificar la subzona hidrográfica y la cuenca del nivel subsiguiente a la que pertenece, aplicando lo establecido por el MADS<sup>34</sup> mediante acto administrativo y que acoge lo considerado por el IDEAM.

En el caso de la disposición al suelo asociado a un acuífero, es necesario establecer la condición de asociatividad y las características de la misma. Igualmente la Autoridad Ambiental competente debe realizar el Plan de manejo del Acuífero y con ello se establecen los usos actuales y potenciales del mismo, según lo definido por el decreto 3930 de 2010.

Adicional a lo anterior se debe identificar el sector para cuerpos de aguas lenticos y cuerpo de aguas marinas donde se efectuará el vertimiento, con el fin de comparar las condiciones de calidad de la fuente (metas, objetivos de calidad) con el impacto del vertimiento (calidad del agua del mismo).

En el caso que el cuerpo receptor sea un cuerpo de agua superficial, se debe reportar los resultados de caracterización de la fuente receptora (aguas arriba del

---

<sup>34</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

vertimiento). Las caracterizaciones deben ser con muestreo compuesto realizado por laboratorio acreditado por el IDEAM. Para cada punto de vertimiento, se deberá realizar el procedimiento de muestreo en el punto de control del vertimiento, previo a la descarga de las aguas residuales a la fuente receptora (Ver Capítulo 4).

Si el sitio de disposición final es el mar, se debe determinar el régimen de mareas, vientos y corrientes marinas. Las aguas marinas pueden incluir:

Áreas marinas: Incluye desde las aguas marinas someras, el lecho marino y los arrecifes de coral, hasta playas rocosas, playas de arena y grava.

Estuarino: Áreas de manglares, pantanos salados, aguas estuarinas y pantanos lodosos intermareales.

Lacustre- palustre: Lagunas y lagos costeros salinos y salobres.

Para el levantamiento de la información espacial referente a suelo asociado a un acuífero se debe disponer de equipos de georreferenciación de alta precisión. A cada punto de agua se le miden los siguientes parámetros: caudal, nivel freático o dinámico y al agua subterránea: pH, conductividad eléctrica y temperatura.

Los anteriores ítems, deben quedar consignados en el formulario único de vertimientos, un ejemplo de cómo debe ser diligenciado se presenta en el anexo H.

**7.1.5 Caudal (L/s), Frecuencia (días/mes) y Tiempo (h/día) de la descarga.** Para el cálculo del caudal se indica la cantidad de metros cúbicos aforados en la descarga, determinado por un periodo de un mes, o estimativo calculado por un balance hídrico, el caudal reportado debe corresponder al valor del promedio aritmético de todos los caudales medidos durante la caracterización anexa a la solicitud (Ver capítulo 3, ítem 3.2.4.1).

**7.1.6 Tipo de flujo de la descarga indicando si es continuo o intermitente.** La frecuencia de la descarga se considera continua cuando constantemente durante el tiempo de medición se observa su salida. Una descarga se considera intermitente si no es constante con respecto al tiempo. Para determinar el tiempo de duración de la descarga, se indica el número de horas que dura la descarga. En caso que la descarga sea intermitente, se reportará el total de horas al día de duración de la descarga. Para el cálculo del caudal se indica la cantidad de metros cúbicos aforados en la descarga, determinado por un periodo de un mes, o estimativo calculado por un balance hídrico, el caudal reportado debe corresponder al valor del promedio aritmético de todos los caudales medidos durante la caracterización anexa a la solicitud.

**7.1.7 Caracterización actual del vertimiento existente o estado final previsto para el vertimiento proyectado de conformidad con la norma de vertimientos vigente.** La caracterización debe ser realizada por laboratorio acreditado por el IDEAM, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1600 de 1994 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya. El muestreo representativo se debe realizar de acuerdo con el “Protocolo para el monitoreo de los vertimientos en aguas superficiales”<sup>35</sup>.

Los laboratorios podrán subcontratar los parámetros que no estén dentro del alcance de su acreditación con laboratorios que si los tenga, para lo cual deberá reportar en su reporte de resultados el parámetro y el laboratorio subcontratado. Lo anterior a fin de que la matriz de parámetros se encuentre totalmente acreditada.

---

<sup>35</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, IDEAM. Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua. En: Documentación IDEAM [en línea]. (2007). Disponible en: <<https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021172/Protocoloparaelmonitoreoyseguimientodelagua.pdf>> [Citado en 10 de Febrero de 2014].

Nota: El Protocolo para el Monitoreo de los vertimientos, establecerá las particularidades de los muestreos y de las caracterizaciones de los generadores.

Para el cumplimiento de esta obligación se deberá tener en cuenta, las siguientes condiciones técnicas:

- ✓ Contar con redes separadas para aguas residuales domésticas, de interés ambiental (industriales o con contenido de sustancias de interés) y pluviales, contar con caja de inspección externa o punto externo con facilidad para realizar aforo de caudal y toma de muestras.
- ✓ Caracterizar la totalidad de los puntos o descargas de vertimientos (exceptuando los de tipo doméstico y pluvial) con los que cuente el usuario.
- ✓ Para cada punto de vertimiento, se deberá realizar el procedimiento de muestreo en la caja de inspección externa o punto externo, previo a la descarga de las aguas residuales en la fuente receptora.
- ✓ Si el usuario no cuenta con caja de inspección externa y sustenta la imposibilidad del desarrollo de la obra o su inviabilidad técnica, bajo argumentación escrita, será discrecional de la autoridad ambiental autorizar la toma de muestras en otro(s) punto(s), que presente las condiciones de representatividad necesarias para caracterizar la totalidad de las aguas residuales generadas por el usuario.

Nota: Para la caracterización del vertimiento no debe utilizarse aguas del recurso, del acueducto público o privado, del almacenamiento de aguas lluvias, de enfriamiento, del sistema de aire acondicionado, de condensación y/o de síntesis química, con el propósito de diluir los vertimientos, con anterioridad a la descarga a la red de alcantarillado o a la fuente receptora.

En el caso que el usuario no haya iniciado actividades generadoras de vertimiento y se inicie el trámite del permiso, debe presentar caracterización presuntiva (estado final previsto para el vertimiento proyectado). Una caracterización presuntiva es un balance de materia y energía dentro de la unidad productiva generadora del vertimiento tanto en agua (balance hídrico) como insumos y materias primas.

**7.1.8 Ubicación, descripción de la operación del sistema, memorias técnicas y diseños de ingeniería conceptual y básica, planos de detalle del sistema de tratamiento y condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento que se adoptará.** Para cumplir este requisito debe presentarse un informe técnico de descripción, memorias técnicas, diseño y planos del sistema de tratamiento propuesto: El informe debe proporcionar la información técnica que demuestre que el objeto del tratamiento del efluente es el de garantizar el cumplimiento en todo momento de los parámetros de vertimientos de la normatividad vigente, para lo cual se hace necesario inicialmente contar con redes separadas para aguas residuales domésticas, industriales y pluviales y un punto de control de vertimientos con facilidad para realizar aforo y toma de muestras.

Las memorias técnicas deberán presentarse de manera general para el sistema de gestión de vertimientos propuesto e igualmente de manera específica para cada una de sus unidades, equipos y accesorios que tengan como función, la remoción de los parámetros en los vertimientos.

Para tal efecto el solicitante presentará de manera teórica (si aún no realiza operaciones generadoras de vertimientos) y de acuerdo al diseño:

- ✓ Caudal y carga expresada en  $DBO_5$  y  $SST^{36}$  de entrada al sistema de tratamiento.

---

<sup>36</sup> Sólidos suspendidos totales, Partículas sólidas dispersas en las aguas residuales.

- ✓ Caudal, concentración y carga de salida de cada uno de los procesos y/o unidades del sistema, incluyendo el pre tratamiento.
- ✓ Descripción detallada de los procesos y operaciones unitarias que componen el sistema de gestión de vertimientos.
- ✓ Caudal, concentración y carga final obtenida por el sistema de tratamiento. Determinar la concentración final para cada uno de los parámetros a remover y la eficiencia del sistema.

Se deberá presentar los respectivos planos en planta y perfil a escala, debidamente acotados con convenciones, colores y/o tipos de líneas, de las unidades instaladas, conexiones, accesorios y equipos que conforman el sistema de tratamiento, e indicar el sentido del flujo.

Nota: Los estudios, diseños, memorias, planos y demás especificaciones de los sistemas de recolección y tratamiento de las aguas residuales deberán ser elaborados por firmas especializadas o por profesionales calificados para ello y que cuenten con su respectiva matrícula profesional de acuerdo con las normas vigentes en la materia.

**7.1.9 Concepto sobre el uso del suelo expedido por la autoridad municipal competente.** Es un mecanismo de información que permite al interesado conocer si un uso y/o actividad es viable que se desarrolle en determinado sector conforme a los usos del suelo asignados según el plan de ordenamiento territorial. La documentación que debe presentarse ante la autoridad ambiental competente es la que se presenta a continuación.

1. Poder otorgado (Original).
2. Certificado de tradición y libertad del inmueble con vigencia mínima de tres meses (Original).
3. Carta catastral del predio (Original).

4. Concepto de Espacio Público (Original).

5. Recibo de pago de estampillas proanciano, procultura, proeducativa, prohospital Erasmo Meoz y prodesarrollo científico y tarifa según artículo 297 de Acuerdo 030 de 2005 (Original).

**7.1.10 Evaluación Ambiental del Vertimiento.** Así como se describió en el capítulo 6 y según el artículo 43 del decreto 3930 de 2010, el documento de la Evaluación Ambiental del Vertimiento deberá incluir:

- Localización geo referenciada del proyecto.
- Memoria detallada del proyecto incluyendo insumos, productos, procesos y tecnologías que serán empleados en la gestión del vertimiento.
- Información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos químicos, formas de energía empleados y los procesos químicos y físicos utilizados en el desarrollo del proyecto, obra o actividad que genera vertimientos.
- Predicción y valoración impactos de los vertimientos generados por el proyecto sobre el cuerpo de agua y sus usos o al suelo.
- Manejo de residuos asociados a la gestión del vertimiento.
- Descripción y valoración de los proyectos, obras y actividades para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el cuerpo de agua y sus usos o al suelo.
- Posible incidencia del proyecto, obra o actividad, en función del vertimiento, en la calidad de la vida o en las condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes del sector o de la región en donde pretende desarrollarse, y medidas que se adoptaran para evitar o minimizar efectos negativos de orden socio cultural que puedan derivarse de la misma.

Para realizar la Evaluación Ambiental del Vertimiento se debe tener presente los términos de referencia definidos por el MADS.

### **7.1.11 Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos (PGRMV).**

Según el artículo 44 del decreto 3930 de 2010, el plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos deberá incluir el análisis del riesgo, medidas de prevención y mitigación, protocolos de emergencia y contingencia y programa de rehabilitación y recuperación. El ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptó los términos de referencia para la elaboración de este plan, y se encuentran disponibles en línea<sup>37</sup>.

**7.1.12 Plan de Contingencia para la Prevención y Control de Derrames, cuando a ello hubiere lugar.** Se debe elaborar un documento que contenga el conjunto de normas y procedimientos generales destinados a prever y a controlar en forma oportuna y adecuada, las situaciones de riesgo ambiental. Se basa en el análisis de vulnerabilidad, y su fin primordial es definir las acciones a seguir en cualquier situación de emergencia o de desastre (Ver Capítulo 6).

**7.1.13 Constancia de pago para la prestación del servicio de evaluación del permiso de vertimiento.** La liquidación se realiza con base en el valor del proyecto, obra o actividad productiva. El pago se evidencia mediante la presentación del recibo de pago, el cual cubre los servicios de evaluación del trámite solicitado. Para efectuar el cobro del servicio de evaluación, la autoridad ambiental competente aplicará el sistema y método de cálculo establecido en el artículo 96 de la Ley 633 de 2000, resolución 1280 de 2010 y norma que la adicione, modifique o sustituya.

---

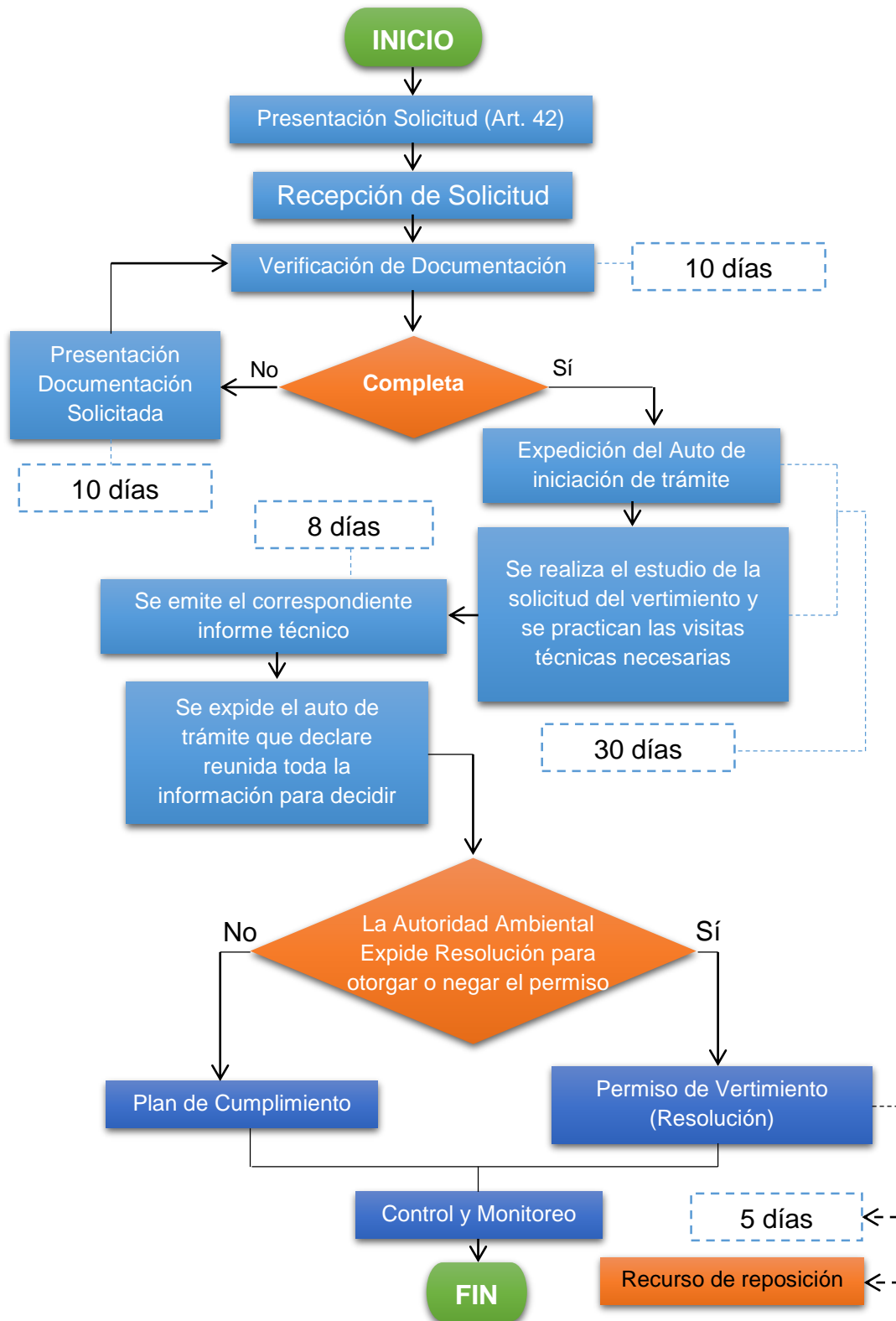
<sup>37</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Términos de Referencia del Plan de gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos. En: Documentos Biodiversidad [en línea]. (2011). Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/110211\\_ter\\_ref\\_manejo\\_v\\_ertimientos.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/110211_ter_ref_manejo_v_ertimientos.pdf) [citado en 10 de Febrero de 2014].

La escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de los permisos que deban tramitar las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y las autoridades ambientales creadas mediante la Ley 768 de 2002.

## **7.2 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL PERMISO DE VERTIMIENTOS.**

En la figura 25 se puede ver el diagrama de flujo que representa el procedimiento para la obtención del permiso de vertimientos de las aguas residuales de un pozo estratigráfico teniendo en cuenta lo expuesto en el artículo 42 del decreto 3930 de 2010.

**Figura 25.** Metodología para la obtención del permiso de vertimientos.



A pesar de que la herramienta metodológica propuesta cumple a cabalidad todos los requisitos legales, en muchas ocasiones las autoridades ambientales incurren en considerables demoras en la revisión de documentos, evaluación de informes técnicos y visitas técnicas, por lo cual es necesario tener en cuenta y estudiar posibles aspectos adicionales en cada proyecto, pues cada uno se encuentra bajo un contexto ambiental diferente y socialmente único. Las autoridades ambientales a lo largo del país cuentan con diversos mecanismos y procedimientos para la aprobación de estos permisos, razón por la cual gran parte de la responsabilidad y tramitología recae sobre éstas, además del personal no capacitado para cumplir a cabalidad con sus funciones.

## 8. CONCLUSIONES

Considerando que todos los aspectos presentes en la normatividad ambiental colombiana actual fueron tenidos en cuenta, se puede concluir que haciendo uso de ésta metodología, se prevé agilizar de manera efectiva la obtención de los permisos para el vertimiento de las aguas residuales generadas en la perforación de un pozo estratigráfico.

La metodología planteada en el presente trabajo de investigación, está basada en la documentación requerida por las CAR C.V.C y C.RC, para la ubicación y desarrollo puntual de los pozos estratigráficos ANH-BVTURA-1-STP y ANH-PATIA-1-STP, por lo tanto ésta, puede estar sujeta a modificaciones ó documentación adicional si la autoridad ambiental competente correspondiente que tenga jurisdicción en el sitio de descarga del vertimiento lo requiere.

Las metodologías planteadas para el desarrollo de los estudios de impacto ambiental, análisis de riesgo y plan de contingencia utilizadas en éste proyecto permiten evaluar y analizar de manera efectiva las posibles afectaciones al entorno, tras la instalación de un proyecto de perforación estratigráfica.

Las técnicas utilizadas para el tratamiento de aguas residuales en los pozos ANH-BVTURA-1-STP y ANH-PATIA-1-STP demostraron ser eficientes a la hora de verificar el cumplimiento con lo establecido en la normatividad vigente, mediante análisis fisicoquímicos en laboratorio.

## 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de la metodología para la obtención del permiso de vertimiento de aguas residuales de un pozo estratigráfico aplicado en los pozos estratigráficos ANH-PATIA-1-ST-P Y ANH-BVTURA-1-ST-P en proyectos de perforación de pozos estratigráficos futuros, considerando que los pozos estudiados cumplieron a cabalidad con lo exigido en la normatividad ambiental colombiana vigente.

Se debe mantener una actualización constante a la metodología planteada, en la medida en que los requisitos legales establecidos en la legislación ambiental colombiana así lo requieran.

Se sugiere recopilar y organizar la información de la misma manera en la que se hizo a lo largo del desarrollo de este proyecto, a fin de agilizar el trámite en la obtención de los permisos.

La solicitud de permiso de vertimiento no deberá tramitarse con el tiempo justo que recomienda la metodología (53 días hábiles), ya que éste está sujeto a demoras de índole administrativo.

El tiempo que tardo la obtención de los permisos en ambos proyectos fue diferente a pesar de ser implementada una metodología similar, lo cual indica que la obtención de estos permisos es dependiente de lo estipulado por la entidad encargada del trámite, por lo que se recomienda realizar un análisis a fondo del sitio de disposición final de los vertimientos, a fin de establecer los parámetros que pueden resultar críticos para la obtención de los permisos.

## BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 321 (Febrero 17 de 1999). Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas. Bogotá D.C.: El ministerio. 1999.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 919 (Mayo 1 de 1989). Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El ministerio. 1989.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1594 (Junio 26 de 1984) Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá D.C.: El ministerio. 1984.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 2115 (Junio 22 de 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C.: El ministerio. 2007.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 3930 (Octubre 25 de 2010). Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la ley novena de 1979, así como el capítulo II del título VI-parte III-libro II del decreto – ley de 1974 en cuanto a usos de agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El ministerio. 2010.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 4741 (Diciembre 30 de 2005). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. Bogotá D.C.: El ministerio. 2005.

ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS. Universidad Industrial de Santander, Evaluación de impacto ambiental para la perforación del pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P. Bucaramanga, Abril de 2011.

MARTINEZ, Sánchez Andrea. Gestión de permiso de vertimientos, memorias de cálculo, planos sistema de tratamiento aguas domesticas e industriales pozo B/TURA 1 ST-P. Buenaventura, Agosto de 2012.

PRINCE, Eric. Gestión de permiso de vertimientos, memorias de cálculo, planos sistema de tratamiento aguas domesticas e industriales pozo ANH-PATIA-1-ST-P. Mercaderes Cauca, Octubre de 2012.

RODRÍGUEZ, Zulma. “Guía Para La Gestión Ambiental, Seguridad Industrial Y Salud Ocupacional En La Perforación De Pozos Estratigráficos Tipo *Slim Hole* “Caso Base Pozo ANH – PATÍA 29 – ST – S”. Tesis de pregrado de la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2010.

## ANEXOS

### ANEXO A - Resultados de los Parámetros físico - químicos tomados en la quebrada Aguacatico, del Pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

En la Tabla se presentan los resultados de los diferentes análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados sobre la quebrada Aguacatico, específicamente en el punto de captación propuesto para el proyecto.

**Tabla A1.** Resultados fisicoquímicos obtenidos para la quebrada Aguacatico

PARÁMETRO	UNIDADES	QUEBRADA AGUACATICO (Punto Captación)
Aluminio	mg Al/L	0,16
Calcio	mg Ca/L	16,3
Cloruros	mg Cl / L	4,7
Cobre	mg Cu /L	ND<0,10
Conductividad	μS /cm	62
Coliformes Fecales	UFC/100mL	28
Coliformes Totales	UFC/100mL	88
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	8,1
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	14,2
Fosfatos	mg PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /L	0,25
Grasas y aceites	mg/L	0,36
Hidrocarburos	mgTPH/L	ND<0,10
Hierro	mg Fe/L	0,44
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> /L	2,1
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> <sup>-1</sup> /L	1,1
Oxígeno disuelto	mg/L	5,1
pH	Unidades	7,2
Plomo	mg Pb/L	ND<0,02
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> / L	2,1
Solidos disueltos	mg/L	44
Sólidos Suspendidos	mg/L	89
Solidos Totales	mg/L	133
Temperatura	°C	26,1
Turbiedad	NTU	48

**Fuente:** Resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados por el Laboratorio PSL Proanálisis, 2011.

	Corresponde a valores que no cumplen con el decreto 1594 de 1984 para alguno de los usos potenciales del agua
	Corresponde a aquellos valores que no cumplen con la norma de agua potable (Resolución 2115 de 2007)
	Corresponde a aquellos valores que no cumplen con el decreto 1594 de 1984 ni la resolución 2115 de 2007

Al comparar los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos con los valores permitidos para los diferentes usos definidos por el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 de 2007, se estableció que las aguas de la quebrada Aguacatico no pueden ser utilizadas para consumo humano directo. Los resultados de los parámetros tomados en la quebrada Aguacatico, se ven inducidos cuando llegan las aguas de las mareas altas de la bahía de Buenaventura, es por esto, que para la captación se sugiere tener en cuenta las tablas de mareas establecidas por los *Servicios de Pilotaje de Buenaventura S.A.*

Respecto a la carga contaminante medida a partir de la concentración de DBO5, se puede observar que un valor elevado de 8,1mg/L. La alta DBO5 da un indicio de contaminación por vertimientos de efluentes con materia orgánica producto de la intervención antrópica.

Al realizar los cálculos de la relación DBO/DQO, se encontró que para la fuentes analizada dicha relación es de 0,57 lo cual evidencia el aporte de material inorgánico que puede estar afectando el proceso de biodegradación.

Con relación al oxígeno disuelto se puede apreciar que en la quebrada Aguacatico se tiene una concentración de 5,1mg/L, siendo favorable para el desarrollo de las diferentes especies acuáticas relacionadas a estos tipos de ecosistemas, y garantizando el crecimiento y mantenimiento de las mismas en su medio natural, incluyéndose aquellas especies que poseen requerimientos altos de oxígeno disuelto en el agua.

Los valores para grasas y aceites encontrados en la quebrada Aguacatico evidencian posibles aportes naturales por productos de desecho y descomposición de los seres vivos, o aportes exógenos como producto de las actividades propias de los habitantes de la zona, dichos niveles no permiten la destinación del recurso

para uso en fauna y flora ya que la norma establece un valor máximo permisible de 0,01mg/L.

En cuanto al contenido de nitratos, el cuerpo de agua monitoreado se encuentra bajo la normatividad existente. Lo anterior, se relaciona básicamente con el bajo aporte que los suelos pueden estar haciendo de este compuesto a las corrientes hídricas que discurren sobre ellos dadas sus características de composición. Entre tanto el contenido de nitritos sobrepasó los límites permisibles (0,1 mg/L) para la Resolución 2115 del 2007 y (1 mg/L) para el Decreto 1594 de 1984.

Referente a la conductividad, el valor encontrado no sobrepasa el límite permisible por la resolución 2115 de 2007 (1000mS/cm).

El valor de pH es neutral y por ende se encuentra dentro de los rangos establecidos para cualquiera de los usos dados por el Decreto 1594/84 y la Resolución 2115/07.

Respecto a los coliformes totales y fecales, la quebrada Aguacatico, no cumple con lo establecido por la Resolución 2115/07. El aporte de estos organismos a la fuente hídrica se relaciona principalmente a descargas directas de aguas residuales por parte de los habitantes de la zona.

El nivel de hierro hallado en el análisis, mostró que el cuerpo de agua estudiado no cumple con los límites permisibles del Decreto 1594/84 para uso en fauna y flora; ni los establecidos por la Resolución 2115/07 para consumo humano directo.

Las concentraciones de cobre, plomo e hidrocarburos, estuvieron por debajo del límite de detección del método utilizado por tanto permite aprovechar el recurso en consumo humano directo según lo establecido por la Resolución 2115/07 y en cualquiera del Decreto 1594/84.

El valor de cloruros del punto de muestreo está dentro de los valores permisibles (250mg/L), de acuerdo con la Resolución 2115/07 y Decreto 1594/84.

De manera general a continuación se presenta el grado de cumplimiento la quebrada Aguacatico con respecto a los diferentes usos estipulados por el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 de 2007.

**Tabla A-2.** Cumplimiento de la quebrada Aguacatico con respecto a los diferentes usos.

Cuerpo de Agua	USO						
	Decreto 1594/84						Resolución 2115/07
	Doméstico tratamiento convencional	Doméstico previa desinfección	Agrícola	Pecuario	Fauna y Flora	Contacto primario	Consumo humano directo
Quebrada Aguacatico (captación)	X	X	✓	✓	X	✓	X

## ANEXO B - Caracterización del cuerpo de agua receptor (estero Aguacatico).

En la Tabla B-1, se presentan los resultados de los diferentes análisis fisicoquímicos y bacteriológicos para el estero Aguacatico en el punto de vertimiento, al igual que 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo de este punto de referencia.

Tabla B-1. Resultados fisicoquímicos obtenidos el estero Aguacatico.

PARÁMETRO	UNIDADES	ESTERO AGUACATICO 100m AGUAS ARRIBA (vertimiento)	ESTERO AGUACATICO (Vertimiento)	ESTERO AGUACATICO 100m AGUAS ABAJO (vertimiento)
Aluminio	mg Al/L	ND<0,10	0,11	ND<0,10
Calcio	mg Ca/L	23,8	24,1	19,3
Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> / L	6,4	7,3	8,1
Cobre	mg Cu /L	ND<0,10	ND<0,10	ND<0,10
Conductividad	µS /cm	92	71	85
Coliformes Fecales	UFC/100mL	36	46	128
Coliformes Totales	UFC/100mL	124	150	206
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	9,3	10,2	11,3
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	17,1	20,1	23,4
Fosfatos	mg PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /L	0,49	0,52	0,51
Grasas y aceites	mg/L	0,51	0,61	0,84
Hidrocarburos	mgTPH/L	ND<0,10	ND<0,10	ND<0,10
Hierro	mg Fe/L	0,56	0,48	0,61
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> /L	3,6	4,5	4,1
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> <sup>-1</sup> /L	2,2	1,8	3,2
Oxigeno disuelto	mg/L	4,9	5,0	5,1
pH	Unidades	7,2	7,2	7,1
Plomo	mg Pb/L	ND<0,02	ND<0,02	ND<0,02
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> / L	1,6	1,4	1,8
Solidos disueltos	mg/L	61	74	82
Sólidos Suspendidos	mg/L	120	136	144
Solidos Totales	mg/L	181	200	226
Temperatura	°C	25,7	25,0	25,4
Turbiedad	NTU	69	74	81

Fuente: Resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos realizados por el Laboratorio PSL Proanálisis, 2011.

	Corresponde a valores que no cumplen con el decreto 1594 de 1984 para alguno de los usos potenciales del agua
	Corresponde a aquellos valores que no cumplen con la norma de agua potable (Resolución 2115 de 2007)
	Corresponde a aquellos valores que no cumplen con el decreto 1594 de 1984 ni la resolución 2115 de 2007

Al comparar los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos con los valores permitidos para los diferentes usos definidos por el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 de 2007, se estableció que el estero Aguacatico no puede ser utilizado para consumo humano directo. De los parámetros monitoreados se encontró que el punto aguas abajo del punto de vertimiento sobre el Estero Aguacatico es el que más incumple para la resolución 2115/07 con 6 medidas, las demás puntos en dicha corriente hídrica incumplen dicho acto administrativo con 5 de estos cada uno. Para el Decreto 1594/84 los puntos analizados incumplen dicho acto administrativo con 6 de las medidas evaluadas cada uno. Lo anterior se da claramente por el ingreso de la marea alta por el Estero aguacatico, subienda que llega hasta el cauce de la quebrada Aguacatico, lo cual cambia abruptamente las características físico-químicas del recurso hídrico de la zona.

Respecto a la carga contaminante medida a partir de la concentración de DBO5, se puede observar que el valor más elevado se presenta en el punto monitoreado aguas abajo del punto de vertimiento sobre estero Aguacatico con 11,3mg/L, los demás puntos analizados tienen concentraciones por debajo de los 10,2mg/L. La alta DBO5 da un indicio de contaminación por vertimientos de efluentes con materia orgánica producto de la intervención antrópica.

Al realizar los cálculos de la relación DBO/DQO, se encontró que para los muestreos analizados, dicha relación oscila entre 0,48 y 0,54, lo cual evidencia el aporte de material inorgánico que puede estar afectando el proceso de biodegradación.

Con relación al oxígeno disuelto se puede apreciar que en los puntos estudiados se tienen concentraciones que fluctúan entre 4,9mg/L y 5,1mg/L, siendo favorable para el desarrollo de las diferentes especies acuáticas relacionadas a estos tipos de ecosistemas, y garantizando el crecimiento y mantenimiento de las mismas en su medio natural, incluyéndose aquellas especies que poseen requerimientos altos de oxígeno disuelto en el agua.

Los valores para grasas y aceites encontrados en el estero Aguacatico evidencian posibles aportes naturales por productos de desecho y descomposición de los seres vivos, o aportes exógenos como producto de las actividades propias de los habitantes de la zona, dichos niveles no permiten la destinación del recurso para uso en fauna y flora ya que la norma establece un valor máximo permisible de 0,01mg/L y todas las muestras ostentan concentraciones por encima de los 0,36mg/L.

En cuanto al contenido de nitratos, el estero Aguacatico se encuentra bajo la normatividad existente. Lo anterior, se relaciona básicamente con el bajo aporte que los suelos pueden estar haciendo de este compuesto a las corrientes hídricas que discurren sobre ellos dadas sus características de composición. Entre tanto el contenido de nitritos sobrepasó los límites permisibles (0,1 mg/L) para la Resolución 2115 del 2007 y (1 mg/L) para el Decreto 1594 de 1984 en todos los puntos evaluados.

Referente a la conductividad, los valores encontrados no sobrepasan los límites permisibles por la resolución 2115 de 2007 (1000mS/cm).

Los valores de pH en general estuvieron muy cerca de la neutralidad y por ende dentro de los rangos establecidos para cualquiera de los usos dados por el Decreto 1594/84 y la Resolución 2115/07.

Respecto a los coliformes totales y fecales, el estero Aguacatico, no cumple con lo establecido por la Resolución 2115/07, Los valores más elevados se presentaron en el punto aguas abajo del punto de vertimiento sobre el estero Aguacatico con 206UFC/100ml para coliformes totales y 128UFC/100ml para coliformes fecales. El aporte de estos organismos a las fuentes hídricas se relaciona principalmente a descargas directas de aguas residuales por parte de los habitantes de la zona.

Los niveles de hierro hallados en los análisis, mostraron que el estero Aguacatico no cumple con los límites permisibles del Decreto 1594/84 para uso en fauna y flora; ni los establecidos por la Resolución 2115/07 para consumo humano directo.

Las concentraciones de cobre, plomo e hidrocarburos, estuvieron por debajo del límite de detección del método utilizado por tanto permite aprovechar el recurso en consumo humano directo según lo establecido por la Resolución 2115/07 y en cualquiera del Decreto 1594/84.

Los valores de cloruros en los puntos de muestreo estuvieron en un rango de 8,1mg/L y 6,4mg/L, encontrándose, dentro de los valores permisibles (250mg/L), de acuerdo con la Resolución 2115/07 y Decreto 1594/84.

La concentración de sulfatos en las muestras analizadas resultaron con niveles normales para las aguas superficiales naturales, al comparar los niveles encontrados con la normatividad, se observa que están muy por debajo de los límites estipulados por la Resolución 2115/07, bajo este parámetro pueden ser consideradas aptas para consumo humano y aprovechables en los usos definidos por el Decreto 1594/84.

Las aguas del estero Aguacatico no son utilizadas para consumo por la comunidad, ya que poseen características salobres, influenciadas por la mezcla de agua dulce con agua de mar.

De manera general a continuación se presenta el grado de cumplimiento de cada cuerpo de agua respecto a los diferentes usos estipulados por el Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 de 2007.

**Tabla B-2.** Cumplimiento respecto a los diferentes usos

Cuerpo de Agua	USO						
	Decreto 1594/84						Resolución 2115/07
	Doméstico tratamiento convencional	Doméstico previa desinfección	Agrícola	Pecuario	Fauna y Flora	Contacto primario	Consumo humano directo
Estero Aguacatico 100m aguas arriba	X	X	✓	✓	X	✓	X
Estero Aguacatico (vertimiento)	X	X	✓	✓	X	✓	X
Estero Aguacatico 100m aguas abajo	X	X	✓	✓	X	✓	X

• **Índice de Calidad del Agua.**

El índice de calidad de agua se determina a partir de la ponderación de la importancia relativa de cada uno de los siguientes parámetros:

- Coliformes Fecales (en NMP/100mL), peso relativo 0,15.
- pH (en Unidades de pH), peso relativo 0,12.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO<sub>5</sub> en mg/L), peso relativo 0,1.
- Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg/L), peso relativo 0,1.
- Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg/L), peso relativo 0,1.
- Cambio de Temperatura (en °C), peso relativo 0,1.
- Turbidez (en UNT), peso relativo 0,08.
- Sólidos Disueltos Totales (en mg/L), peso relativo 0,08.
- Oxígeno Disuelto (OD en % saturación), peso relativo 0,17.

El ICA arroja como resultado un valor localizado en una escala de 1 a 100 donde 100 corresponde a las condiciones óptimas del recurso, este valor va disminuyendo con el aumento de la contaminación del cuerpo de agua en estudio.

**Tabla B-3.** Clasificación ICA.

CALIDAD DE AGUA	VALOR	COLOR
Excelente	91 a 100	Blue
Buena	71 a 90	Green
Regular	51 a 70	Yellow
Mala	26 a 50	Red
Pésima	0 a 25	Grey

Fuente: ICA

En la Tabla A-6, se presentan los resultados de este procedimiento para cada una de las muestras analizadas por el laboratorio PSL PROANALISIS LTDA.

**Tabla B-4.** Resultados del ICA.

FUENTE	Valor	Calidad de Agua
Estero aguacatico 100m aguas arriba vertimiento	62,72	Regular
Estero Aguacatico (vertimiento)	60,19	Regular
Estero Aguacatico 100m aguas abajo vertimiento	58,07	Regular

Fuente: UIS, 2011.

Los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA) permiten tener una visión global de la calidad del recurso. En la Tabla A-6, se puede observar que en todos los puntos monitoreados la calidad es regular. El punto aguas abajo del vertimiento sobre el estero Aguacatico fue el que presentó el valor más bajo de ICA, esto debido principalmente a los considerables niveles que se presentaron en los resultados de los monitoreos respecto a turbiedad, DBO5 y Coliformes Fecales, parámetros que son muy representativos a la hora de realizar un análisis de este tipo.

Debido a que el régimen hídrico del estero Aguacatico está en la mayor proporción controlado por las mareas de la bahía de Buenaventura, correr un programa de modelamiento para calcular la capacidad de asimilación del cuerpo de agua presenta algunos inconvenientes, ya que no se podrían obtener los caudales necesarios para ingresar al software de modelamiento, porque como se ha explicado anteriormente, el flujo del estero se encuentra condicionado a las mareas

altas y bajas de la zona, lo cual se consigna en las tablas de mareas establecidas por los Servicios de Pilotaje de Buenaventura S.A., en donde se describen las subidas y bajas con horario fijo para cada día del año, siendo que las aguas del estero Aguacatico durante la subida de marea van a “contraflujo” hasta alcanzar a mezclarse con las de la quebrada Aguacatico y cuando llegan a la cota máxima de inundación (aproximadamente 6 horas), las mareas empiezan a retroceder y el flujo de los cuerpos de agua retoma su dirección hacia el mar. Es por esto que para realizar el vertimiento de agua residual tratada sobre el estero Aguacatico se deberán observar los horarios diarios en donde empieza a bajar la marea y es en este lapso de tiempo en donde la disposición de los residuos líquidos tratados se podrá optimizar.

No obstante, en cuanto a la capacidad de asimilación del estero Aguacatico, los vertimientos de aguas residuales industriales y domésticas básicamente no representan un riesgo de generar impactos significativos sobre el cuerpo de agua y el medio ambiente, ya que previo a su desarrollo se realizará el respectivo tratamiento y verificación del cumplimiento de los parámetros legislativos; por ello no se espera ocasionar algún tipo de alteración de las condiciones físico-químicas del recurso hídrico de la zona.

Entonces de acuerdo a lo anterior para la disposición de las aguas residuales tratadas en el pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P se deberá tener en cuenta el régimen de mareas de la bahía de Buenaventura, el cual diariamente se fracciona en 4 partes de 6 horas aproximadamente, representando estas 6 horas en el tiempo que se demora en subir el agua a la cota máxima de inundación y posteriormente el tiempo empleado (otras 6 horas) para llegar a la cota mínima de la marea baja.

## ANEXO C - Pruebas de infiltración para la zona aledaña al pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.

### ✓ Prueba No. 1.

**Tabla C-1.** Datos tomados en campo prueba No. 1.

Hora	$\Delta T$		Profundidad cm	$\Delta T$ cm
	Minutos	Segundos		
10:07 a.m	0		30	0
10:12 a.m	5	300	28	2
10:17 a.m	5	300	26	2
10:22 a.m	5	300	24	1
10:27: a.m	5	300	23	2
10:32 a.m	5	300	21	2
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>1500</b>		<b>9</b>

**Fuente:** Adaptado por los autores de Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

De acuerdo con los datos anteriores se determinó la tasa de absorción en el punto muestreado No.1, que al ser comparada con los datos de referencia permitieron obtener los resultados que se muestran en la Tabla C-2.

**Tabla C-2.** Resultados prueba de infiltración No. 1

Nº PRUEBA	COORDENADAS		TIEMPO REQUERIDO PARA QUE EL AGUA BAJE 2,5cm (min)	ABSORCIÓN DEL TERRENO	INFILTRACIÓN (cm/h)	DESCRIPCIÓN DEL SITIO
	ESTE	NORTE				
1	1007922	922126	9,3	MEDIA	18	Área contigua a la locación del pozo ANH-BVTURA-1-ST-por el sector norte.

**Fuente:** Adaptado por los autores de Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

De acuerdo con la tabla anterior, se considera que la opción de disposición del efluente de aguas residuales domésticas e industriales tratadas previamente, es apta en el área seleccionada, teniendo en cuenta que el área donde se realizó la prueba de infiltración es un terreno catalogado de absorción **MEDIA** dadas las

condiciones físicas del suelo. No obstante, la opción sobre este terreno fue descartada debido a que el terreno tiene características de relleno, donde anteriormente fueron dispuestos residuos de escombros y lodo.

**Figura C-1.** Prueba de infiltración No. 1 en el terreno.



**Fuente:** Adaptado por los autores de Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

- **Prueba No. 2.**

**Tabla C-3.** Datos tomados en campo prueba No.2.

Hora	$\Delta T$		Profundidad	$\Delta T$
	Minutos	Segundos	cm	cm
12:01a.m	0		30	
12:06 a.m	4	240	23	7
12:10 a.m	6	360	21	2
12:16 a.m	6	360	20	1
12:22 a.m	6	360	19.3	0.7
12:28 a.m	6	360	18	1.3
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>1800</b>		<b>12</b>

**Fuente:** Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

De acuerdo con los datos anteriores se determinó la tasa de absorción en el segundo punto muestreado, que al ser comparada con los datos de referencia permitieron obtener los resultados que se muestran en la Tabla C-4.

**Tabla C-4.** Resultados prueba de infiltración No.2.

Nº PRUEBA	COORDENADAS		TIEMPO REQUERIDO PARA QUE EL AGUA BAJE 2,5cm (min)	ABSORCIÓN DEL TERRENO	INFILTRACIÓN (cm/h)	DESCRIPCIÓN DEL SITIO
	ESTE	NORTE				
2	1007650	922158	11.62	LENTA	23.63	Área contigua a la locación del pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-Ppor el sector nor-occidental.

**Fuente:** Adaptado por los autores de Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

De acuerdo con la tabla anterior, se considera que la zona en donde se realizó la prueba de infiltración tiene características de absorción **LENTA**, dadas las condiciones físicas del suelo, además esta zona al igual que la de la prueba de percolación No.1 posee características de relleno y escombrera, lo cual no garantiza una óptima asimilación del agua a disponer.

**Figura C-2.** Prueba de infiltración No. 2 en el terreno.



**Fuente:** Adaptado por los autores de Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

- **Prueba No. 3.**

**Tabla C-5.** Datos tomados en campo prueba No.3.

Hora	$\Delta T$		Profundidad	$\Delta T$
	Minutos	Segundos	cm	cm
02:30	10	600	32	10,2
02:40	10	600	27,9	6,5
02:50	10	600	25,3	4,3,
03:00	10	600	23,7	4
03:10	10	600	22,7	2,2
03:20	10	600	22,3	2
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>3000</b>		<b>29,2</b>

**Fuente:** Adaptado por los autores de Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

De acuerdo con la información obtenida en campo se prosigue a determinar la tasa de absorción para el punto 3, la cual debe ser comparada con los datos de referencia.

**Tabla C-6.** Resultados prueba de infiltración No.3.

Nº PRUEBA	COORDENADAS DATUM: BOGOTÁ ORIGEN: BOGOTÁ		TIEMPO REQUERIDO PARA QUE EL AGUA BAJE 2,5cm (min)	ABSORCIÓN DEL TERRENO	INFILTRACIÓN (cm/h)	DESCRIPCIÓN DEL SITIO
	ESTE	NORTE				
1	1007756	922122	7,95	MEDIA	29,2	Área contigua a la locación del pozo ANH-BVTURA-1-ST-P por el sector este.

**Fuente:** Adaptado por los autores de Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se considera viable la disposición de aguas residuales domésticas e industriales, previo tratamiento, ya que el área donde posiblemente se ubicará el campo de aspersión es un terreno catalogado con absorción **MEDIA** dadas las características físicas del suelo, y como fue observado en campo posee características de terreno natural.

**Figura C-3.** Prueba de Infiltración No. 3 en predio contiguo a la locación del pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P.



**Fuente:** Adaptado por los autores de Uso, Aprovechamiento o afectación de los Recursos Naturales. Capítulo 8. Universidad Industrial de Santander, Abril del 2011.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las pruebas de infiltración realizadas para el proyecto de perforación del pozo estratigráfico ANH-BVTURA-1-ST-P, se seleccionó como área óptima para la adecuación del campo de aspersión, la referida a la prueba No. 3.

En los 3 puntos en donde se realizó la prueba de percolación se tomó muestra de suelos, sin embargo, solo se envió a laboratorio para el análisis físico-químico la muestra de suelo de la prueba No.3, ya que los terrenos de las otras pruebas fueron descartados por presentar características de relleno y presentar absorciones lentas.

## ANEXO D

En el presente anexo se presentan las siguientes tablas:

- Evaluación de Impacto Sin Proyecto Área de Impacto ANH-BVTURA-1-ST-P y ANH-PATIA-1-ST-P.
- Evaluación de Impacto Con Proyecto Área de Impacto ANH-BVTURA-1-ST-P.
- Jerarquización los impactos más importantes presentes actualmente en el área pozo ANH-BVTURA-1-ST-P.
- Jerarquización de impactos producidos por el proyecto ANH-BVTURA-1-ST-P.
- Síntesis de los impactos generados en el proyecto ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla D-1.** Evaluación de Impacto Sin Proyecto Área de Impacto ANH-BVTURA-1-STP

ETAPA	CALIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES			FORMATO DE CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA AMBIENTAL											
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	POT	MAG	EXT	DUR	REV	REC	ACU	IMA	Carácter	Calif.	Descripción	
PREVIA A LA INSTALACIÓN DEL PROYECTO	INDUSTRIA MADERERA	Deforestación	Aumento de ingresos familiares	2	2	1	2	1	1	1	10	+	2	Menor	
			Dinamización de la economía local.	4	2	2	2	1	1	1	13	+	3	Localizado	
			Modificación del paisaje	4	2	1	3	3	2	1	16	-	3	Localizado	
			Disminución de la calidad del suelo.	4	1	1	2	2	2	2	14	-	3	Localizado	
			Desplazamiento de fauna.	4	2	1	1	2	2	2	14	-	3	Localizado	
			Aumento de procesos erosivos.	4	1	1	1	2	3	2	14	-	3	Localizado	
			Remoción de cobertura vegetal	4	2	1	3	4	3	2	19	-	4	Mayor	
			Deterioro de la calidad de agua	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado	
			Deterioro de la calidad de aire	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado	
			Cambio de uso del suelo	4	2	4	3	3	3	1	20	-	4	Mayor	
				Pérdida de la capacidad de amortiguación de los ecosistema a eventos climáticos extremos	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado
		INDUSTRIA PORTUARIA	Dragado de ríos y mares	Afectación de comunidades acuáticas y avifauna.	4	2	1	3	2	3	2	14	-	3	Localizado
				Deterioro de la calidad del agua.	4	2	4	2	2	2	1	17	-	3	Localizado
				Disminución de la cobertura vegetal.	1	2	1	3	2	3	2	14	-	3	Localizado
			Tráfico vehicular	Generación de ruido	4	2	1	4	1	1	1	14	-	3	Localizado
				Alteración del bienestar comunitario.	2	1	2	3	2	1	1	12	-	2	Menor
				Deterioro de la calidad del aire	2	2	1	4	1	1	1	12	-	2	Menor
		PESCA	Explotación de pesca.	Afectación de comunidades bióticas acuáticas.	4	2	2	3	4	1	1	17	-	3	Localizado
				Aumento de ingresos familiares al área.	2	2	1	2	2	2	1	12	+	2	Menor
		CAZA	Comercialización de especies	Afectación de comunidades faunísticas	4	2	2	4	2	2	1	17	-	3	Localizado
				Aumento de ingresos familiares	2	1	2	2	1	1	1	10	+	2	Menor
		MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS (comunidad e industria)	Vertimiento de aguas residuales	Deterioro de la calidad del agua	2	2	4	3	2	2	2	17	-	3	Localizado
				Afectación a comunidades bióticas acuáticas	2	2	4	3	4	4	2	21	-	4	Mayor
			Disposición de residuos	Alteración de las propiedades del suelo	2	2	4	3	2	2	2	17	-	3	Localizado
				Generación de olores	4	2	2	2	2	2	1	15	-	3	Localizado
				Deterioro de la calidad del agua	2	2	4	3	2	2	2	17	-	3	Localizado
				Modificación del paisaje	2	2	2	2	2	2	1	13	-	3	Localizado
				Alteración del bienestar comunitario	2	1	2	3	2	1	1	12	-	2	Menor

POT= POTENCIALIDAD      MAG=MAGNITUD      EXT=EXTENSIÓN      DUR= DURACIÓN

REV=REVERSIBILIDAD

REC= RECUPERABILIDAD

ACU= ACUMULACIÓN

IMA = IMPORTANCIA AMBIENTAL

**Fuente:** Adaptado por los autores de GESTIÓN DE PERMISO DE VERTIMIENTOS, MEMORIAS DE CALCULO, PLANOS SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES POZO ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla D-2.** Evaluación de Impacto Sin Proyecto Área de Impacto ANH-PATIA-1-STP

ETAPA	CALIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES			FORMATO DE CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA AMBIENTAL										
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	POT	MAG	EXT	DUR	REV	REC	ACU	IMA	Carácter	Calif.	Descripción
PREVA A LA INSTALACIÓN DEL PROYECTO	TALA	Deforestación	Aumento de ingresos familiares	2	2	1	2	1	1	1	10	+	2	Menor
			Dinamización de la economía local.	4	2	2	2	1	1	1	13	+	3	Localizado
			Modificación del paisaje	4	2	1	3	3	2	1	16	-	3	Localizado
			Disminución de la calidad del suelo.	4	1	1	2	2	2	2	14	-	3	Localizado
			Desplazamiento de fauna.	4	2	1	1	2	2	2	14	-	3	Localizado
			Aumento de procesos erosivos.	4	1	1	1	2	3	2	14	-	3	Localizado
			Remoción de cobertura vegetal	4	2	1	3	4	3	2	19	-	4	Mayor
			Deterioro de la calidad de agua	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado
			Deterioro de la calidad de aire	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado
			Cambio de uso del suelo	4	2	4	3	3	3	1	20	-	4	Mayor
	Pérdida de la capacidad de amortiguación de los ecosistema a eventos climáticos extremos	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado		
	CHIRCALES	Deforestación	Desplazamiento de fauna.	4	2	1	3	4	3	2	19	-	4	Mayor
			Aumento de procesos erosivos.	4	2	1	3	4	3	2	19	-	4	Mayor
			Remoción de cobertura vegetal	4	2	1	3	4	3	2	19	-	4	Mayor
		Cambios morfológicos del suelo	Disminución de la calidad del suelo.	4	1	1	2	2	2	2	14	-	3	Localizado
			Deterioro de la calidad de agua	2	2	2	3	3	3	2	17	-	3	Localizado
	ACTIVIDAD AGROPECUARIA	Deforestación y quemas de potrero	Afectación de comunidades faunísticas	4	2	2	4	2	2	1	17	-	3	Localizado
			Aumento de ingresos familiares	2	1	2	2	1	1	1	10	+	2	Menor
	MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS (comunidad e industria)	Vertimiento de aguas residuales	Deterioro de la calidad del agua	2	2	4	3	2	2	2	17	-	3	Localizado
			Afectación a comunidades bióticas acuáticas	2	2	4	3	4	4	2	21	-	4	Mayor
			Alteración de las propiedades del suelo	2	2	4	3	2	2	2	17	-	3	Localizado
		Disposición de residuos	Generación de olores	4	2	2	2	2	2	1	15	-	3	Localizado
			Deterioro de la calidad del agua	2	2	4	3	2	2	2	17	-	3	Localizado
			Modificación del paisaje	2	2	2	2	2	2	1	13	-	3	Localizado
			Alteración del bienestar comunitario	2	1	2	3	2	1	1	12	-	2	Menor
	POT= POTENCIALIDAD			MAG=MAGNITUD			EXT=EXTENSIÓN			DUR= DURACIÓN				
	REV=REVERSIBILIDAD			REC= RECUPERABILIDAD			ACU= ACUMULACIÓN			IMA = IMPORTANCIA AMBIENTAL				

**Fuente:** Adaptado por los autores de GESTIÓN DE PERMISO DE VERTIMIENTOS, MEMORIAS DE CALCULO, PLANOS SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES POZO ANH-PATIA-1-ST-P.

**Tabla D-3. Evaluación de Impacto Con Proyecto Área de Impacto ANH-BVTURA-1-ST-P.**

ETAPA	CALIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES POZO ESTRATIGRÁFICO ANH-BVTURA-1-ST-P			FORMATO DE CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA AMBIENTAL											
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	POT	MAG	EXT	DUR	REV	REC	ACU	IMA	Carácter	Calificación	Descripción	
INSTALACION Y PLANEACION DEL PROYECTO	Planeación y Organización del Proyecto	Información a la comunidad	Generación de falsas expectativas frente al proyecto	2	3	4	1	1	1	2	14	-	3	Localizado	
			Alteración de actividades tradicionales	2	2	2	1	1	1	2	11	-	2	Menor	
		Contratación de Mano de Obra	Aumento de ingresos familiares	2	1	4	2	1	1	1	1	12	+	2	Menor
			Generación de empleo	4	1	4	2	1	1	1	1	14	+	3	Localizado
			Presencia de personal foráneo con expectativas de empleo (conflictos)	2	2	4	1	1	1	1	2	13	-	3	Localizado
			Cambio en la dinámica poblacional	2	2	4	2	1	1	1	1	13	-	3	Localizado
			Aumento de la demanda de bienes y servicios	2	2	4	2	1	1	1	1	13	-	3	Localizado
		Negociación de predios y derechos de servidumbre	Conflicto con propietarios	2	1	1	2	1	1	1	2	10	-	2	Menor
			Generación de falsas expectativas	2	1	1	2	1	1	1	2	10	-	2	Menor
		Participación de la comunidad en proyectos sociales	Aumento en el costo de vida.	2	4	4	2	1	1	1	2	13	-	3	Localizado
			Aumento de la inversión social en proyectos sociales y ambientales	4	1	4	2	1	1	1	2	15	+	3	Localizado
			Fortalecimiento de entidades locales	2	1	4	4	1	1	1	2	15	+	3	Localizado
		Implementación Programa de Educación y capacitación del personal contratado para el proyecto	Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos ambientales	2	1	4	2	1	1	1	1	12	+	2	Menor
			Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos culturales	2	1	4	2	1	1	1	1	12	+	2	Menor
			Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos de seguridad industrial	2	1	1	2	1	1	1	1	9	+	2	Menor
		MAG=MAGNITUD			EXT=EXTENSION			DUR= DURACION							
REV=REVERSIBILIDAD			REC= RECUPERABILIDAD			ACU= ACUMULACION				IMA = IMPORTANCIA AMBIENTAL					
ETAPA	CALIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES POZO ESTRATIGRÁFICO ANH-BVTURA-1-ST-P			FORMATO DE CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA AMBIENTAL											
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	POT	MAG	EXT	DUR	REV	REC	ACU	IMA	Carácter	Calificación	Descripción	
INSTALACION Y PLANEACION DEL PROYECTO	Planeación y Organización del Proyecto	Información a la comunidad	Generación de falsas expectativas frente al proyecto	2	3	4	1	1	1	2	14	-	3	Localizado	
			Alteración de actividades tradicionales	2	2	2	1	1	1	2	11	-	2	Menor	
		Contratación de Mano de Obra	Aumento de ingresos familiares	2	1	4	2	1	1	1	1	12	+	2	Menor
			Generación de empleo	4	1	4	2	1	1	1	1	14	+	3	Localizado
			Presencia de personal foráneo con expectativas de empleo (conflictos)	2	2	4	1	1	1	1	2	13	-	3	Localizado
			Cambio en la dinámica poblacional	2	2	4	2	1	1	1	1	13	-	3	Localizado
			Aumento de la demanda de bienes y servicios	2	2	4	2	1	1	1	1	13	-	3	Localizado
		Negociación de predios y derechos de servidumbre	Conflicto con propietarios	2	1	1	2	1	1	1	2	10	-	2	Menor
			Generación de falsas expectativas	2	1	1	2	1	1	1	2	10	-	2	Menor
		Participación de la comunidad en proyectos sociales	Aumento en el costo de vida.	2	4	4	2	1	1	1	2	13	-	3	Localizado
			Aumento de la inversión social en proyectos sociales y ambientales	4	1	4	2	1	1	1	2	15	+	3	Localizado
			Fortalecimiento de entidades locales	2	1	4	4	1	1	1	2	15	+	3	Localizado
		Implementación Programa de Educación y capacitación del personal contratado para el proyecto	Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos ambientales	2	1	4	2	1	1	1	1	12	+	2	Menor
			Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos culturales	2	1	4	2	1	1	1	1	12	+	2	Menor
			Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos de seguridad industrial	2	1	1	2	1	1	1	1	9	+	2	Menor
		MAG=MAGNITUD			EXT=EXTENSION			DUR= DURACION							
REV=REVERSIBILIDAD			REC= RECUPERABILIDAD			ACU= ACUMULACION				IMA = IMPORTANCIA AMBIENTAL					

Tabla D-3. (Continuación)

ETAPA	CALIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES POZO ESTRATIGRÁFICO ANH-BVTURA-1-ST-P			FORMATO DE CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA AMBIENTAL											
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	POT	MAG	EXT	DUR	REV	REC	ACU	IMA	Carácter	Calificación	Descripción	
PERFORACION Y PRUEBAS DE REGISTRO	Perforación	Demanda de agua	Presión sobre el recurso.	1	2	4	2	1	1	2	13	-	3	Localizado.	
		Derrames accidentales de combustibles y químicos.	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial y subterránea.	4	4	4	2	2	2	2	2	20	-	4	Mayor
			Deterioro de la calidad del suelo.	4	4	2	2	2	2	2	2	18	-	4	Mayor
		Operación de equipos y motores	Alteración calidad del aire	4	2	2	2	2	1	2	15	-	3	Localizado	
			Alteración del bienestar comunitario	2	2	4	2	1	1	2	14	-	3	Localizado	
			Incremento de los niveles de ruido.	2	2	2	2	2	1	2	13	-	3	Localizado	
			Ahuyentamiento de fauna	2	2	4	2	2	2	2	16	-	3	Localizado	
		Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire	2	1	4	1	1	1	1	11	-	2	Menor	
			Generación de ruido	2	1	4	1	1	1	1	11	-	2	Menor	
			Aumento del riesgo de accidentalidad	2	4	4	2	2	1	2	17	-	3	Localizado	
			Ahuyentamiento de fauna	2	2	4	2	2	2	2	16	-	3	Localizado	
		Generación de residuos sólidos y líquidos domésticos	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	4	4	2	4	2	3	2	21	-	4	Mayor	
			Deterioro de la calidad del suelo	4	2	2	3	2	2	2	17	-	3	Localizado	
			Alteración de las propiedades físico químicas del agua subterránea.	2	2	2	3	2	2	2	15	-	3	Localizado.	
			Presión sobre la infraestructura de servicios públicos	2	2	4	2	2	2	2	16	-	3	Localizado	
		Generación de residuos sólidos y líquidos industriales.	Afectación de las comunidades bióticas acuáticas.	4	2	4	3	2	2	2	19	-	4	Mayor	
			Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	4	4	4	4	2	3	2	23	-	5	Masivo	
			Deterioro de la calidad del suelo.	4	4	2	3	2	3	2	20	-	4	Mayor	
			Afectación de las comunidades bióticas acuáticas.	4	2	4	3	2	2	2	19	-	4	Mayor	
			Deterioro del paisaje	4	4	2	2	2	2	2	18	-	4	Mayor	
		Almacenamiento de sustancias y productos químicos	Alteración de las propiedades físico químicas del agua subterránea.	4	4	2	3	2	3	2	20	-	4	Mayor	
			Deterioro de la calidad del suelo	4	4	2	3	2	2	2	19	-	4	Mayor	
		Disposición cortes perforación	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	2	2	2	3	2	2	2	15	-	3	Localizado.	
			Deterioro de la calidad del suelo	4	4	2	3	2	2	2	19	-	4	Mayor	
	Disposición de aguas de escorrentía	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	4	4	2	4	2	3	2	21	-	4	Mayor		
		Deterioro de la calidad del suelo	2	2	2	3	2	2	2	15	-	3	Localizado.		
	Instalación y corrida de registro	Tráfico vehicular	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	2	2	2	3	2	2	2	15	-	3	Localizado.	
			Deterioro de la calidad del aire	2	2	1	1	1	1	2	10	-	2	Menor	
			Generación de ruido	2	2	1	1	1	1	2	10	-	2	Menor	
		Emisiones atmosféricas	Aumento del riesgo de accidentalidad	2	4	4	2	1	1	2	16	-	3	Localizado	
			Deterioro de la calidad del aire	2	2	1	1	1	1	2	10	-	2	Menor	
			Radiación térmica o ionizante	2	4	1	1	2	2	1	15	-	3	Localizado	
Generación de ruido	2	2	1	1	1	1	2	10	-	2	Menor				

MAG=MAGNITUD      EXT=EXTENSION      DUR= DURACION  
 REV=REVERSIBILIDAD      REC= RECUPERABILIDAD      ACU= ACUMULACION      IMA = IMPORTANCIA AMBIENTAL

**Tabla D-3. (Continuación)**

ETAPA	CALIFICACIÓN DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES POZO ESTRATIGRÁFICO ANH-BVTURA-1-ST-P			FORMATO DE CALIFICACIÓN DE IMPORTANCIA AMBIENTAL											
	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	POT	MAG	EXT	DUR	REV	REC	ACU	IMA	Carácter	Calificación	Descripción	
DESAMANTELAMIENTO Y ABANDONO	Desmantelamiento de instalaciones	Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire	2	2	4	1	1	1	2	13	-	3	Localizado	
			Aumento del riesgo de accidentalidad	2	4	4	1	2	1	2	16	-	3	Localizado	
			Generación de ruido	2	2	4	1	1	1	2	13	-	3	Localizado	
	Liquidación del personal		Perdida de la oportunidad laboral.	2	1	4	2	1	1	2	13	-	3	Localizado	
			Cambio de la calidad de vida.	2	1	2	2	1	1	2	11	-	2	Menor	
	Limpieza final del área	Disposición de residuos de limpieza	Recuperación de la calidad del suelo	2	1	1	2	2	2	2	12	+	2	Menor	
	Clausura sistemas tratamiento		Disposición de residuos sólidos	Deterioro de la calidad del suelo	4	2	1	2	2	2	2	15	-	3	Localizado
			Vertimiento de residuos líquidos	Deterioro de la calidad del agua	4	2	2	2	1	2	2	15	-	3	Localizado
	Restauración de áreas afectadas	Revegetalización de áreas afectadas		Recuperación del suelo	4	1	1	2	2	2	2	14	+	3	Localizado
				Regeneración de la cobertura vegetal	4	1	1	2	2	2	2	14	+	3	Localizado
		Recuperación paisajística	Mejoramiento de la calidad visual paisajística	2	1	2	4	4	2	2	17	+	3	Localizado	
		Retorno de fauna asociada al área del proyecto	Recuperación de corredores biológicos	2	2	4	4	4	2	2	20	+	4	Mayor	
	MAG=MAGNITUD		EXT=EXTENSION		DUR= DURACION										
	REV=REVERSIBILIDAD		REC= RECUPERABILIDAD		ACU= ACUMULACION					IMA = IMPORTANCIA AMBIENTAL					

**Fuente:** Adaptado por los autores de GESTIÓN DE PERMISO DE VERTIMIENTOS, MEMORIAS DE CALCULO, PLANOS SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES POZO ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla D-4.** Jerarquización los impactos más importantes presentes actualmente en el área pozo.

ACTIVIDAD.	ASPECTOS AMBIENTALES.	IMPACTO.	CALIFICACIÓN.
INDUSTRIA MADERERA	Deforestación	Aumento de ingresos familiares al área.	10
		Dinamización de la economía local.	13
		Modificación del paisaje	16
		Disminución de la calidad del suelo.	14
		Desplazamiento de fauna.	14
		Aumento de procesos erosivos.	14
		Remoción de cobertura vegetal	19
		Deterioro de la calidad de agua	17
		Deterioro de la calidad de aire	17
		Cambio de uso del suelo	20
		Pérdida de la capacidad de amortiguación de los ecosistema a eventos climáticos extremos	17
INDUSTRIA PORTUARIA	Dragado de ríos y mares	Afectación de comunidades acuáticas y avifauna.	14

**Tabla D-4.** (Continuación)

INDUSTRIA PORTUARIA	Dragado de ríos y mares	Deterioro de la calidad del agua.	17
		Disminución de la cobertura vegetal.	14
	Tráfico vehicular	Generación de ruido	14
		Alteración del bienestar comunitario.	12
		Deterioro de la calidad del aire	12
	PESCA	Explotación de pesca	Afectación de comunidades bióticas acuáticas.
Aumento de ingresos familiares al área.			12
CAZA	Comercialización de especies	Afectación de comunidades faunísticas	17
		Aumento de ingresos familiares	10
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS (comunidad e industria)	Vertimiento de aguas residuales	Deterioro de la calidad del agua	17
		Afectación a comunidades bióticas acuáticas	21
	Disposición de residuos	Alteración de las propiedades del suelo	17
		Generación de olores	15
		Deterioro de la calidad del agua	17
		Modificación del paisaje	13
		Alteración del bienestar comunitario	12

**Fuente:** Adaptado por los autores de GESTIÓN DE PERMISO DE VERTIMIENTOS, MEMORIAS DE CALCULO, PLANOS SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES POZO ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla D-5.** Jerarquización de impactos producidos por el proyecto.

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
Planeación y Organización del Proyecto	Información a la comunidad	Generación de falsas expectativas frente al proyecto	14
		Alteración de actividades tradicionales	11
	Contratación de Mano de Obra	Aumento de ingresos familiares	12
		Generación de empleo	14
		Presencia de personal foráneo con expectativas de empleo (conflictos)	13
		Cambio en la dinámica poblacional	13
		Aumento de la demanda de bienes y servicios	13
	Negociación de predios y derechos de servidumbre	Conflicto con propietarios	10
		Generación de falsas expectativas	10
	Participación de la comunidad en proyectos sociales	Aumento en el costo de vida.	13
		Aumento de la inversión social en proyectos sociales y ambientales	15
		Fortalecimiento de entidades locales	15

**Tabla D-5.** (Continuación)

Planeación y Organización del Proyecto	Implementación Programa de Educación y capacitación del personal contratado para el proyecto	Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos ambientales	12
		Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos culturales	12
		Mejoramiento del nivel de conocimientos en aspectos de seguridad industrial	9
Movilización de personal, equipo y materiales	Tráfico vehicular e instalación de equipos	Deterioro de la calidad del aire por emisiones.	14
		Deterioro de la malla vial.	16
		Incremento de los niveles de ruido	14
		Aumento riesgo de accidentalidad.	14
		Muerte fauna, cambio paisaje.	13
	Generación de residuos	Deterioro de la calidad del suelo	15
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
	Transporte de material de cantera	Deterioro de la calidad del aire	11
		Alteración del bienestar comunitario.	14
		Generación de ruido	11

**Tabla D-5.** (Continuación)

Almacenamiento de maquinaria y equipos para actividades constructivas	Disposición de residuos de mantenimiento y limpieza	Deterioro de la calidad del suelo	13
		Alteración del paisaje	12
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
Construcción y adecuación de vía de acceso.	Retiro de la capa vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	8
		Desplazamiento temporal de fauna.	7
		Alteración del paisaje.	10
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
	Disposición residuos vegetales	Deterioro de la calidad del suelo.	8
		Alteración del paisaje	10
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
	Movimiento de Tierras	Deterioro de la calidad del aire.	10
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
	Disposición de aguas residuales	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
		Deterioro de la calidad del suelo	15

**Tabla D-5.** (Continuación)

Construcción de la locación	Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire	11
		Generación de ruido	8
		Aumento del riesgo de accidentalidad	16
	Movimiento de Tierras	Modificación del patrón de drenaje natural	11
		Deterioro de la calidad del aire	8
		Alteración del Paisaje	19
		Generación de procesos erosivos	12
		Afectación a áreas de valor histórico y cultural	8
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
	Retiro capa vegetal	Pérdida de cobertura vegetal	16
		Cambio del uso del suelo	19
		Alteración del Paisaje	19
	Disposición residuos vegetales	Deterioro de la calidad del suelo	11
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
		Alteración del Paisaje	17
	Instalación de infraestructura en la locación	Alteración del paisaje	19

**Tabla D-5.** (Continuación)

Perforación	Demanda de agua	Presión sobre el recurso.	13
	Derrames accidentales de combustibles y químicos.	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial y subterránea.	20
		Deterioro de la calidad del suelo.	18
	Operación de equipos y motores	Alteración calidad del aire	15
		Alteración del bienestar comunitario	14
		Incremento de los niveles de ruido.	13
		Ahuyentamiento de fauna	16
	Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire	11
		Generación de ruido	11
		Aumento del riesgo de accidentalidad	17
		Ahuyentamiento de fauna	16
	Generación de residuos sólidos y líquidos domésticos	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	21
		Deterioro de la calidad del suelo	17
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua subterránea.	15
		Presión sobre la infraestructura de servicios públicos	16
		Afectación de las comunidades bióticas acuáticas.	19

**Tabla D-5.** (Continuación)

Perforación	Generación de residuos sólidos y líquidos industriales.	Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	23
		Deterioro de la calidad del suelo.	20
		Afectación de las comunidades bióticas acuáticas.	19
		Deterioro del paisaje	18
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua subterránea.	20
	Almacenamiento de sustancias y productos químicos	Deterioro de la calidad del suelo	19
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
	Disposición cortes perforación	Deterioro de la calidad del suelo	19
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	21
	Disposición de aguas de escorrentía	Deterioro de la calidad del suelo	15
		Alteración de las propiedades físico químicas del agua superficial.	15
	Instalación y corrida de registro	Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire
Generación de ruido			10
Aumento del riesgo de accidentalidad			16
Emisiones atmosféricas		Deterioro de la calidad del aire	10

**Tabla D-5.** (Continuación)

Instalación y corrida de registro	Emisiones atmosféricas	Radiación térmica o ionizante	15
		Generación de ruido	10
Desmantelamiento de instalaciones	Tráfico vehicular	Deterioro de la calidad del aire	13
		Aumento del riesgo de accidentalidad	16
		Generación de ruido	13
	Liquidación del personal	Perdida de la oportunidad laboral.	13
		Cambio de la calidad de vida.	11
Limpieza final del área	Disposición de residuos de limpieza	Recuperación de la calidad del suelo	12
Clausura sistemas tratamiento	Disposición de residuos sólidos	Deterioro de la calidad del suelo	15
	Vertimiento de residuos líquidos	Deterioro de la calidad del agua	15
Restauración de áreas afectadas	Revegetalización de áreas afectadas	Recuperación del suelo	14
		Regeneración de la cobertura vegetal	14
	Recuperación paisajística	Mejoramiento de la calidad visual paisajística	17
	Retorno de fauna asociada al área del proyecto	Recuperación de corredores biológicos	20

**Fuente:** Adaptado por los autores de GESTIÓN DE PERMISO DE VERTIMIENTOS, MEMORIAS DE CALCULO, PLANOS SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES POZO ANH-BVTURA-1-ST-P.

**Tabla D-6.** Síntesis de los impactos generados.

ETAPA	IMPACTOS NEGATIVOS					ST	IMPACTOS POSITIVOS					ST	TOTAL
	LEV	MEN	LOC	MAY	MAS		LEV	MEN	LOC	MAY	MAS		
Planeación y organización del proyecto	0	3	5	0	0	8	0	4	3	0	0	7	15
Movilización de personal, equipo y materiales	0	1	8	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9
Almacenamiento de maquinaria y equipos para las actividades constructivas	0	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Construcción, mantenimiento y adecuación de vías de acceso	0	5	5	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11
Construcción de la locación	0	7	5	4	0	16	0	0	0	0	0	0	16
Perforación	0	2	12	11	1	25	0	0	0	0	0	0	25
Instalación de equipos de registro	0	4	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6
Desmantelamiento de instalaciones	0	1	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
Limpieza final del área	0	0		0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Clausura de sistemas de tratamiento	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Restauración de áreas afectadas	0	0		0	0	0	0	0	3	1	0	3	4
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>86</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1</b>		<b>11</b>	<b>97</b>

**Fuente:** Adaptado por los autores de GESTIÓN DE PERMISO DE VERTIMIENTOS, MEMORIAS DE CALCULO, PLANOS SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS DOMESTICAS E INDUSTRIALES POZO ANH-BVTURA-1-ST-P.

## **ANEXO E - Procedimientos para el cierre de pozo.**

- **Cierre del Pozo**

Cierre el pozo de acuerdo con el procedimiento establecido por la gerencia de operaciones (Cierre blando o Cierre duro). Cuando se observa una patada de pozo y este realizando alguno de los siguientes procedimientos; lavando arena, circulando, rimando, ensanchando, perforando o corazonando:

1. Disminuya la velocidad de la bomba.
2. Pare la rotaria, Power Swivel o Top Drive.
3. Levante la Kelly o el tubo que sirve de Kelly hasta que la válvula de seguridad inferior este sobre la Mesa Rotaria. (En caso de top drive levante del fondo).
4. Pare la Bomba y verifique flujo (en la boca del pozo o en las rumbas)
5. Cierre el Preventor Anular o los Pipe Rams. Asegúrese que puede cerrar los Pipe Rams o el preventor anular sobre el diámetro apropiado, Nunca sobre el Tool Joint.

**Nota:** Los 5 puntos anteriores no deben de tardar más de 2 minutos en su ejecución.

- **Si el Pozo No Fluye**

1. Meta la sarta hasta el fondo.
2. Levante y conecte La Kelly.
3. Cierre el Preventor anular.
4. Revise que el choque hidráulico este cerrado (dependiendo del tipo de cierre).
5. Abra la válvula hidráulica (HCR) y verifique presión.
6. Si no hay presión circule hacia afuera del pozo y reanude la operación.

7. Si existe presión ejecute el procedimiento de control de pozo.

- **Pozo Fluyendo Durante el Viaje con Sarta de Varilla.**

1. Pare de sacar o bajar la sarta.
2. Cierre la BOP de varilla.
3. Reporte al Company Man.
4. Registre presiones de Tubing y Anular.
5. Realice conexiones para circular el Pozo.
6. Una vez efectuado el cierre del pozo:
7. Comience a. tomar lecturas de presión de cierre en el anular y en Drill Pipe, hasta que éstas se estabilicen. Si la sarta dispone de válvula de presión (Pipe Float Valve), bombee muy despacio y lea la presión requerida para abrir dicha válvula.
8. Mida el aumento en el nivel de los tanques.
9. Observe detenidamente el comportamiento del pozo.
10. La presión de cierre en la tubería, es una medida confiable de la presión en el fondo del pozo, si tanto la presión en ella como la presión en el anular comienzan a aumentar antes de empezar el control del pozo, esto es un indicio de migración de gas y será necesario liberar fluido hasta obtener la presión inicial de cierre en la tubería.

## ANEXO F

En el presente anexo se presenta el formato único nacional de solicitud de permiso de vertimientos, Base legal: ley 99 de 1993, decreto 1541 de 1978, decreto 1594 de 1984. Este documento contiene:

- Formato único nacional de solicitud de permiso de vertimientos, sin diligenciar.
- Formato único nacional de solicitud de permiso de vertimientos, diligenciado y tal como se presentó para el trámite ante la C.V.C para obtener los permisos de vertimiento en el pozo ANH-BVTURA-1-STP.

Figura F-1. Formato único nacional de solicitud de permiso de vertimientos, sin diligenciar.



Libertad y Orden  
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial  
República de Colombia

SINA

**FORMULARIO ÚNICO NACIONAL DE SOLICITUD DE PERMISO DE VERTIMIENTOS**  
Base legal: Ley 99 de 1993, Decreto 1541 DE 1978, Decreto 1594 de 1984

<b>DATOS DEL SOLICITANTE</b>		
1. Persona Natural <input type="checkbox"/>		
Persona Jurídica <input type="checkbox"/> Pública <input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/>		
2. Nombre o Razón Social: _____		
C.C. <input type="checkbox"/> NIT <input type="checkbox"/> No. _____ de _____		
Dirección: _____ Ciudad: _____		
Teléfono (s): _____ Fax: _____ E-mail: _____		
Representante Legal: _____		
C.C. No. _____ de _____		
Dirección: _____ Ciudad: _____		
Teléfono (s): _____ Fax: _____ E-mail: _____		
3. Apoderado (si tiene): _____ T.P.: _____		
C.C. No. _____ de _____		
Dirección: _____ Ciudad: _____		
Teléfono (s): _____ Fax: _____ E-mail: _____		
4. Calidad en que actúa: Propietario <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Poseedor <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Cual? _____		
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		
1. Nombre del predio: _____ Área: _____ Ha m <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
2. localización del predio: _____ Urbano <input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/>		
3. Departamento: _____ Municipio: _____ Vereda y/o Corregimiento: _____		
4. Sector: _____ Actividad que genera el vertimiento: _____		
5. Cédula Catastral No. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
6. Nombre del propietario del predio: _____		
7. Costo del proyecto \$ _____ Valor en letras _____		
<b>INFORMACIÓN TIPO DE VERTIMIENTO</b>		
1. Residual doméstico <input type="checkbox"/> Residual Industrial <input type="checkbox"/> Municipal / ESP <input type="checkbox"/>		
Caudal (l/s): _____ Tiempo de descarga (h/día): _____ Frecuencia (día/mes): _____		
2. Fuente de abastecimiento: _____ Cuenca: _____		
3. Nombre fuente Receptora _____ Cuenca: _____		
4. Sistema de Tratamiento y estado final previsto para el vertimiento _____		
Sistema de aforo: _____		
5. Localización de punto(s) de descarga: Coordenadas: X _____ Y _____ X _____ Y _____ X _____ Y _____ X _____ Y _____		
6. Forma y caudal de la descarga (l/s) _____ Flujo continuo <input type="checkbox"/> Intermitente <input type="checkbox"/>		
<b>CARACTERIZACIÓN Y USOS DE LA FUENTE RECEPTORA</b>		
PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD
Sólidos suspendidos		mg/l
DBO5		mg/l
DQO		mg/l
Caudal		l/s
Nota: La autoridad ambiental establecerá parámetros de interés sanitario a monitorear dependiendo de la actividad Artículo 72 del Decreto 1594 de 1984		
<b>DOCUMENTACIÓN QUE DEBE ANEXAR A LA SOLICITUD</b>		
1. Para persona natural: Fotocopia de la cédula de ciudadanía. Para persona jurídica: Fotocopia del RUT.		
2. Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante. Sociedades: Certificado de existencia y representación legal (expedición no superior a 3 meses). Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal o del documento que haga sus veces, expedido con una antelación no superior a 3 meses.		
3. Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado. Propietario del inmueble: Certificado de libertad y tradición (expedición no superior a 3 meses). Tenedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal y autorización del propietario. Poseedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal.		
4. Localización de la planta industrial, central eléctrica, explotación minera y características de la fuente que originará el vertimiento.		
5. Clase, calidad y cantidad de desagües.		
6. Descripción, memorias técnicas, diseño y planos del Sistema de tratamiento propuesto.		
7. Reporte de caracterización de muestreo compuesto expedido por laboratorio acreditado o en proceso de acreditación, en el cual se caracterice el afluente y efluente del sistema de tratamiento indicando el tiempo de retención.		
8. Certificado uso del suelo expedido por la Alcaldía Municipal.		
9. Los Documentos anexos a la solicitud cuyo volumen supere los cincuenta (50) folios, deben ingresar a la Corporación: paginados en forma consecutiva ó foliados con lápiz de mina negra, numerando desde uno en adelante en la esquina superior derecha de cada hoja, solamente se debe anotar un número por folio y solo a los documentos que registren información. Los soportes magnéticos deben rotularse identificando el trámite solicitado, nombre del usuario, título del documento; esto para el control de la documentación, al interior de la Corporación.		
<b>FIRMA DEL SOLICITANTE O APODERADO DEBIDAMENTE CONSTITUTIVO</b>		
_____ FECHA _____		

Figura F-2. Formato único nacional de solicitud de permiso de vertimientos, diligenciado.



Libertad y Orden  
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial  
República de Colombia



**FORMULARIO ÚNICO NACIONAL DE SOLICITUD DE PERMISO DE VERTIMIENTOS**  
Base legal: Ley 99 de 1993, Decreto 1541 de 1978, Decreto 1594 de 1984

DATOS DEL SOLICITANTE		
1. Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica <input type="checkbox"/> Pública <input checked="" type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/>		
2. Nombre o Razón Social: <u>Universidad Industrial de Santander</u> C.C. <input type="checkbox"/> NIT <input checked="" type="checkbox"/> No. <u>890.201.213-4</u> de <u>Bucaramanga</u> Dirección: <u>Carrera 27 con calle 9 Ciudad Universitaria</u> Ciudad: <u>Bucaramanga</u> Teléfono (s): <u>6344000</u> Fax: <u>6453886</u> E-mail: _____ Representante Legal: <u>Álvaro Gómez torrado</u> C.C. No. <u>13369.246</u> de <u>Soane</u> Dirección: <u>Carrera 27 con calle 9, Ciudad Universitaria</u> Ciudad: <u>Bucaramanga</u> Teléfono (s): <u>6344000</u> Fax: <u>6453886</u> E-mail: <u>carmona@uis.edu.co</u>		
3. Apoderado (si tiene): <u>Eric Giovanni Prince Saavedra</u> T.P.: _____ C.C. No. _____ de _____ Dirección: <u>Carrera 27 con calle 9, Ciudad Universitaria</u> Ciudad: <u>Bucaramanga</u> Teléfono (s): <u>6344000 ext:2304</u> Fax: <u>6453886</u> E-mail: <u>eric.giovanni.prince@uis.edu.co</u>		
4. Calidad en que actúa: Propietario <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Poseedor <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> Cual? <u>Operadora</u>		
INFORMACIÓN TIPO DE VERTIMIENTO		
1. Residual doméstico <input checked="" type="checkbox"/> Residual Industrial <input checked="" type="checkbox"/> Municipal / ESP <input type="checkbox"/> Caudal (l/s): <u>2.5 l/sg</u> Tiempo de descarga (h/día): <u>4h/diarias</u> Frecuencia (día/mes): <u>30 días/mes</u>		
2. Fuente de abastecimiento: <u>Quebrada Aguacatico</u> Cuenca: <u>Bahía Buenaventura</u>		
3. Nombre fuente Receptora <u>Quebrada Aguacatico</u>		
4. Sistema de Tratamiento y estado final previsto para el vertimiento <u>PTARD Y Unidad de dewatering para agua industrial.</u> Sistema de aforo: <u>Medidor de flujo (flow meter)</u>		
5. Localización de punto(s) de descarga: Coordenadas: X <u>1.007.564</u> Y <u>922.585</u>		
6. Forma y caudal de la descarga (l/s) <u>Aspersión y/o tubería Ø2" (2.5l/sg)</u> Flujo continuo <input type="checkbox"/> Intermitente <input checked="" type="checkbox"/>		
CARACTERIZACIÓN Y USOS DE LA FUENTE RECEPTORA		
PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD
Sólidos suspendidos	221	mg/l
DBO5	35	mg/l
DQO	55	mg/l
Caudal	98.5	l/s
Nota: La autoridad ambiental establecerá parámetros de interés sanitario a monitorear dependiendo de la actividad Artículo 72 del Decreto 1594 de 1984		
DOCUMENTACIÓN QUE DEBE ANEXAR A LA SOLICITUD		
1. Para persona natural: Fotocopia de la cédula de ciudadanía. Para persona jurídica: Fotocopia del RUT.		
2. Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante. Sociedades: Certificado de existencia y representación legal (expedición no superior a 3 meses). Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal o del documento que haga sus veces, expedido con una antelación no superior a 3 meses.		
3. Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado. Propietario del inmueble: Certificado de libertad y tradición (expedición no superior a 3 meses). Tenedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal y autorización del propietario. Poseedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal.		
4. Localización de la planta industrial, central eléctrica, explotación minera y características de la fuente que originará el vertimiento.		
5. Clase, calidad y cantidad de desagües.		
6. Descripción, memorias técnicas, diseño y planos del Sistema de tratamiento propuesto.		
7. Reporte de caracterización de muestreo compuesto expedido por laboratorio acreditado o en proceso de acreditación, en el cual se caracterice el afluente y efluente del sistema de tratamiento indicando el tiempo de retención.		
8. Certificado uso del suelo expedido por la Alcaldía Municipal.		
9. Los Documentos anexos a la solicitud cuyo volumen supere los cincuenta (50) folios, deben ingresar a la Corporación: paginados en forma consecutiva ó foliados con lápiz de mina negra, numerando desde uno en adelante en la esquina superior derecha de cada hoja, solamente se debe anotar un número por folio y solo a los documentos que registren información. Los soportes magnéticos deben rotularse identificando el trámite solicitado, nombre del usuario, título del documento; esto para el control de la documentación, al interior de la Corporación.		

FIRMA DEL SOLICITANTE O APODERADO DEBIDAMENTE CONSTITUTIVO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

VERSIÓN: 03

No se deben realizar modificaciones en el formato.  
Grupo Gestión Ambiental y Calidad

COD: FT.06.07

1