

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO PLAN DE MANEJO AMBIENTAL INTEGRADO AREA DE DESARROLLO CAMPO ARAUCA.....	1
1. GENERALIDADES DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL INTEGRADO CAMPO ARAUCA.....	1
2. OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivo General.....	6
2.2 Objetivos Específicos.....	6
3. CONTENIDO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL INTEGRADO PARA EL CAMPO ARAUCA.....	7
3.1 Capítulo 1. Generalidades.....	7
3.2 Descripción del proyecto.....	7
3.2.1 Campaña 1.....	7
3.2.2 Campaña 2.....	8
3.2.3 Campaña 4.....	8
3.2.4 Costos.....	8
3.2.5 Acceso al área de interés.....	11
3.3 Caracterización del área de influencia del proyecto.....	11
3.3.1 Áreas de influencia.....	11
3.3.2 Medio abiótico.....	13
3.3.3 Medio biótico.....	24
3.3.4 Medio socioeconómico.....	39
3.4 Evaluación ambiental.....	44
3.5 Zonificación de manejo ambiental del proyecto.....	45
3.6 Plan de manejo ambiental.....	47
3.7 Programa de seguimiento y monitoreo.....	49
3.8 Plan de contingencia.....	49
3.9 Plan de abandono y restauración final.....	51
3.9.1 Objetivos del Plan de abandono y restauración final.....	52
3.9.2 Metas del Plan de abandono y restauración final.....	52

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas área del contrato de Asociación Arauca.....	1
Tabla 2.	Coordenadas del área del Campo Arauca.....	2
Tabla 3	Veredas presentes en el área del Campo Arauca .....	3
Tabla 4	Contenido de los capítulos del Plan de Manejo Ambiental Integrado .....	4
Tabla 5	Coordenadas pozos existentes Campo Arauca.....	7
Tabla 6	Coordenadas Pozos a perforar Campaña 1 en Campo Arauca .....	8
Tabla 7	Costos aproximados Campaña 1 Campo Arauca.....	9
Tabla 8	Etapas de ejecución para un pozo Campaña 1. Campo Arauca .....	9
Tabla 9	Clasificación de las corrientes presentes en el área del Campo Arauca.....	19
Tabla 10	Puntos GPS de las parcelas inventariadas en Campo Arauca .....	28
Tabla 11	Clases de estrato fustales bosque de galería en Campo Arauca.....	30
Tabla 12	Clases de estrato fustales Vegetación secundaria alta (Vsa) en Campo Arauca .....	30
Tabla 13	Clases de estrato fustales Herbazal denso Arbolado (Hzd) en Campo Arauca.....	30
Tabla 14	Especies de epífitas vasculares y su estado de conservación en Campo Arauca.....	30
Tabla 15	Especies de epífitas no vasculares y su grado de amenaza en Campo Arauca.....	32
Tabla 16	Riqueza de especies de vertebrados tetrápodos área de Campo Arauca .....	33
Tabla 17	Áreas de influencia indirecta y directa del proyecto Campo Arauca .....	40
Tabla 18	Población por sexo y grupos etáreos - Saravena 2005.....	40
Tabla 19	Población indígena municipio de Saravena .....	41
Tabla 20	Infraestructura en salud Saravena .....	42
Tabla 21	Causas mortalidad general Saravena 2005.....	43
Tabla 22	Ciudadelas educativas área urbana.....	43
Tabla 23	Zonificación de manejo de la actividad .....	46
Tabla 24	Programas de Manejo Ambiental.....	47
Tabla 25	Estructura del programa de seguimiento y monitoreo Campo Arauca .....	49
Tabla 26	Eventos amenazantes de origen operacional.....	50
Tabla 27	Selección de categoría de consecuencias.....	51
Tabla 28	Calificación de afectación a personas.....	51

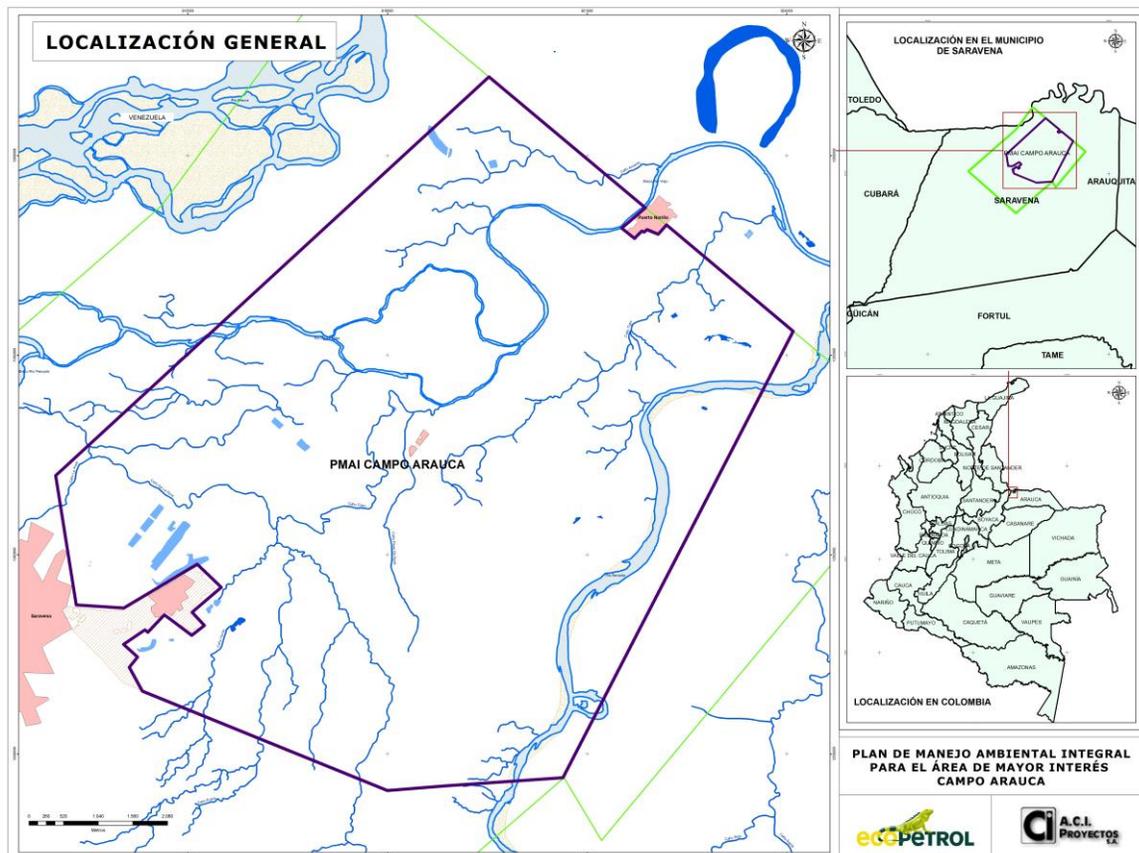
## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización general Campo Arauca .....	1
Figura 2 Ubicación de las Áreas de Influencia Directa e Indirecta Físico-biótica y socioeconómica para el Campo Arauca.....	13
Figura 3 Clasificación del uso suelo actual del suelo en Campo Arauca .....	17
Figura 4 Clasificación capacidad de uso por unidad en Campo Arauca .....	18
Figura 5 Variación temporal de la precipitación en Campo Arauca .....	21
Figura 6 Variación temporal temperatura media multianual (°C) en Campo Arauca.....	22
Figura 7. Variación temporal de la humedad relativa (%) en Campo Arauca.....	22
Figura 8 Variación temporal de la evaporación potencial (mm/año en Campo Arauca.....	23
Figura 9 Servicios con que cuentan las viviendas en Saravena.....	42
Figura 10 Estructura de la propiedad vivienda Saravena. ....	44
Figura 11 Zonificación de manejo ambiental para la actividad en el Campo Arauca .....	47

## RESUMEN EJECUTIVO PLAN DE MANEJO AMBIENTAL INTEGRADO AREA DE DESARROLLO CAMPO ARAUCA

### 1. GENERALIDADES DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL INTEGRADO CAMPO ARAUCA

La empresa ECOPETROL S.A, presenta el Plan de Manejo Ambiental Integrado, para el Campo Arauca, proyecto localizado en jurisdicción del municipio de Saravena, departamento de Arauca. (Figura 1, Mapa de localización general ver Anexo Cartográfico).



**Figura 1 Localización general Campo Arauca**  
Fuente ACI Proyectos S.A. 2012.

El Campo Arauca hace parte del Contrato de Asociación Arauca, que se presenta en las siguientes coordenadas (Tabla 1 y Tabla 2).

**Tabla 1 Coordenadas área del contrato de Asociación Arauca**

Coordenadas planas Gauss Krüger datum Magna - Sirgas origen 3 Este		
Vértice	Este	Norte
1	917701	1270718
2	926581	1263381
3	921537	1257461
4	920999	1258338

Coordenadas planas Gauss Krüger datum Magna - Sirgas origen 3 Este		
Vértice	Este	Norte
5	914908	1253167
6	907044	1260073
7	914948	1266972

Fuente: ANH. Mapa de tierras, 2010.

**Tabla 2. Coordenadas del área del Campo Arauca**

Coordenadas PMAI Campo Arauca		
Vértice	Magna - Sirgas Origen 3 Este	
	Este	Norte
1	924095,433	1265359,096
2	920635,946	1258644,938
3	918885,965	1258524,244
4	917999,265	1258450,583
5	914314,579	1259948,159
6	914120,110	1260305,347
7	914244,076	1260459,024
8	914034,526	1260649,524
9	914353,605	1260868,249
10	914398,594	1260831,558
11	914646,244	1261094,025
12	915056,803	1260785,285
13	915248,230	1260934,643
14	915063,153	1261134,536
15	915501,304	1261509,187
16	915140,081	1261857,131
17	914037,437	1261198,359
18	913323,060	1261244,661
19	913012,332	1263189,659
20	919522,534	1269188,002
21	921875,068	1267218,060
22	921517,681	1266911,394
23	921712,151	1266755,025
24	921819,307	1266865,356
25	921857,407	1266853,450
26	921898,682	1266889,169
27	922066,958	1266820,906
28	922191,577	1266959,813

Fuente: ECOPETROL S.A. 2012.

El área total del Campo Arauca, es de aproximadamente de 7.311,576 hectáreas (ANH 2010), localizado en el municipio de Saravena, jurisdicción de las veredas que se presentan en la Tabla 3, de las cuales en el mapa oficial del PBOT, Saravena, 2009, solamente se presentan cartografiadas 14 veredas, lo cual se evidencia una situación de indefinición veredal dentro del área de influencia directa del Campo Arauca. **Anexo Social 1.7.**

**Tabla 3 Veredas presentes en el área del Campo Arauca**

MUNICIPIO	SECTOR/VEREDAS
Saravena	Zona Rural adscrita a la Cabecera Municipal
	Vereda Puerto Arturo (*)
	Vereda Bajo Banadía (*)
	Vereda Rancho Pilón
	Vereda San Rafael de Banadía (*)
	Vereda Bello Horizonte
	Vereda Banadía Medio (*)
	Vereda Caño Claro (*)
	Vereda Caño Rojo (*)
	Vereda La Palma (*)
	Vereda Puerto Nariño (*)
	Vereda Charo Alto (*)
	Vereda Charo Centro (*)
	Vereda El Dique (*)
Vereda Vías (*)	
Vereda Madre Vieja	
Vereda Banadía 2	
Vereda Charo Centro 2	
Vereda El Consuelo (*)	

Fuente: PBOT 2009 municipio de Saravena, adaptado ACI Proyectos S.A. 2012.

(\*) Veredas cartografiadas en el plano veredal oficial del PBOT 2009.

EL Plan de Manejo Ambiental Integrado, para el Campo Arauca, ha sido elaborado con el propósito de solicitar del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS- Autoridad Nacional de Licencias ambientales- ANLA, el permiso para adelantar actividades de explotación petrolera.

En la elaboración del presente estudio, se siguieron los lineamientos contenidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales establecida por el Artículo 14 del Decreto 2820 de 2010 y los términos de referencia HI-TER-1-03, expedidos por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el 06 de agosto del 2010, para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de explotación de hidrocarburos; es de aclarar que no hay términos de referencia específicos para campos petroleros maduros en régimen de transición, como es el caso del Campo Arauca, en razón de esto se tomaron como marco de referencia los HI-Ter-103, no obstante el cumplimiento o no del alcance de los mismos estuvo sujeto a las condiciones de orden público de la región.

Dentro del Campo Arauca, no se encuentran comunidades tales como, Resguardos o Cabildos indígenas, ni tampoco afrodescendientes u otros grupos étnicos, como lo certifica el Grupo de Consulta Previa del Ministerio del Interior y de Justicia, en la Resolución No. 00000605 de noviembre 28 de 2011 y el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, INCODER, en el oficio 20112129172 del 11 de noviembre de 2011.

En la región no se encuentran zonas de protección ambiental, áreas de reserva natural y parques nacionales naturales, de acuerdo con reconocimientos en campo y comunicados obtenidos del Ministerio del Interior y de Justicia, del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Naturales Nacionales, respectivamente.

En la Tabla 4, se describe de manera general el contenido de cada uno de los capítulos que conforman el documento, Plan de Manejo Ambiental Integrado:

**Tabla 4 Contenido de los capítulos del Plan de Manejo Ambiental Integrado**

Sección	Identificación	Descripción
<b>PARTE I</b>		
Capítulo 1	Generalidades	Se hace una descripción general del proyecto (localización, fases, etapas y actividades), relacionando las características técnicas para el desarrollo y ejecución del mismo, se establecen los antecedentes y trámites de actividades petroleras desarrolladas con anterioridad en el área y se relaciona el marco normativo vigente. También se establecen los objetivos y alcances del estudio de impacto ambiental y se describe la metodología utilizada, para su elaboración.
Capítulo 2	Descripción del proyecto	Se realiza una descripción de cada una de las actividades a realizar, los criterios técnico-económicos y ambientales que se consideraron en el desarrollo del proyecto y se hace una proyección de las actividades que se llevarán a cabo dentro del Campo Arauca, siendo las más relevantes la adecuación, construcción y mantenimiento de las vías de acceso, movilización de maquinaria y equipos, la construcción de plataformas, perforación de los pozos, construcción de líneas de flujo, desarrollo de los registros y pruebas cortas y extensas de producción.
Capítulo 3	Caracterización del área de influencia	Se lleva a cabo la identificación y caracterización de los elementos ambientales (físico, biótico y socioeconómico) del Campo Arauca, a partir de la identificación y análisis de información primaria obtenida en campo y secundaria proveniente del MADS, de documentos de planificación regional y local, agendas ambientales de CORPORINOQUIA e información del SISBEN, para el municipio de Saravena - Arauca. Como resultado se obtuvo la línea base ambiental para las áreas de Influencia Indirecta (AII) y Directa (AID), lo cual permitió identificar una importante oferta ambiental en términos de biodiversidad, vegetación, suelos y recurso hídrico y posteriormente niveles de sensibilidad y vulnerabilidad del área de estudio.
Capítulo 4	Evaluación ambiental	A partir de la caracterización de los elementos ambientales del Campo Arauca, en este capítulo se realiza la evaluación de los impactos ambientales mediante la confrontación de la oferta ambiental, la demanda y efectos generados por las acciones consideradas durante el desarrollo de cada una de las actividades pre-operativas, constructivas y de operación del proyecto referenciadas en el Capítulo 2.

Sección	Identificación	Descripción
Capítulo 5	Zonificación de manejo ambiental	Se formula la zonificación de manejo ambiental para el Campo Arauca, la cual se sustenta en el conocimiento ambiental de la región, la sensibilidad ambiental de sus componentes y la evaluación de los impactos previsible por la ejecución del proyecto, incluido el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales. La zonificación ambiental, es uno de los componentes más relevantes, ya que sirve como instrumento para la planificación y el uso racional de los recursos naturales en el área de estudio.
Capítulo 6	Plan de Manejo Ambiental	<p>A partir de la identificación de los impactos ambientales, en este Capítulo se estructuran diferentes medidas a ejecutar, presentadas a manera de actividades o programas orientados a prevenir, mitigar y/o compensar los impactos negativos que puedan generarse sobre los aspectos ambientales y sociales durante la ejecución de actividades en el Campo Arauca.</p> <p>De esta manera se presentan las diferentes medidas ambientales necesarias para prevenir, controlar, mitigar y compensar los efectos que sobre el área, puedan causar los impactos ambientales previstos y no previstos en la planificación del proyecto.</p>
Capítulo 7	Programa de seguimiento y monitoreo	Se propone el Plan de Seguimiento y Monitoreo, dentro del cual se establecen los indicadores para la gestión ambiental y social, con los que se determinarán el comportamiento, la eficiencia y la eficacia de las medidas y controles implementados. Adicionalmente, se presentan diferentes lineamientos encaminados a orientar a la empresa, a las autoridades ambientales Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS y CORPORINOQUIA, en la implementación de acciones de seguimiento y monitoreo sobre la calidad y recuperación de los recursos naturales afectables por el proyecto.
Capítulo 8	Plan de Contingencia	Se formula el Plan de Contingencia, PDC, como el conjunto de herramientas prácticas orientadas a la toma de decisiones para responder ante posibles emergencias, durante la ejecución de las diferentes actividades a desarrollar en el Campo Arauca. La formulación del Plan de Contingencia, tiene como prioridades la protección de la vida humana, el mantenimiento de la calidad ambiental en su contexto integral y el cuidado de los equipos, maquinaria y demás elementos del proyecto petrolero.
Capítulo 9	Plan de Abandono y Restauración Final	Se proyecta de acuerdo con el Decreto 2820 de 2010 y los términos de referencia HI-TER-1-03. El Plan de Abandono y Restauración Final, se realizará acorde con el medio circundante. De otra parte, se establecen las estrategias de información con la comunidad y con las autoridades sobre la finalización del proyecto así como la propuesta final de uso del suelo.
<b>PARTE II</b>		
Capítulo 1	Demanda, uso y aprovechamiento de los recursos	La información contenida en este Capítulo se relaciona con la demanda, el uso, el aprovechamiento y/o afectación de los recursos

Sección	Identificación	Descripción
		naturales para el Campo Arauca, en la que a partir de la caracterización y la definición de las actividades a realizar durante la ejecución del proyecto, se determinó la oferta y demanda de los recursos naturales que pueden ser utilizados y/o afectados en el desarrollo del mismo.

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2012.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

El Plan de Manejo Ambiental Integral realizado, tiene como propósito la caracterización socioambiental del área, en los componentes físico, biótico, socioeconómico y cultural, de tal forma que permita el desarrollo petrolero, sin la afectación de los ecosistemas y recursos naturales de la región.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar y consolidar la información socioambiental, caracterizando las áreas de influencia, del Campo Arauca, así mismo igualmente determinar el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales, la identificación y evaluación de impactos ambientales, la zonificación ambiental y de manejo de la actividad, el plan de manejo ambiental y el programa de seguimiento y monitoreo.
- Describir las características técnicas del proyecto en las respectivas fases de adecuación y/o mantenimiento o construcción, perforación así como las áreas de intervención para la construcción y/o adecuación de accesos y localizaciones.
- Identificar y evaluar los posibles impactos ambientales que se pueden generar por las actividades de las fases de construcción, perforación y explotación a desarrollarse en el área del Campo Arauca.
- Establecer la zonificación de manejo ambiental del proyecto, como herramienta de planeación ambiental.
- Establecer y diseñar los planes, programas y acciones de manejo ambiental, social y de contingencia, como instrumentos de gestión para el desarrollo del Campo Arauca, con el propósito de prevenir, controlar, mitigar y/o compensar los posibles impactos y riesgos ambientales.
- Diseñar el Plan de Contingencia, con base en los análisis de riesgos, tanto endógenos como exógenos identificados, con el fin de prevenir emergencias y contingencias, y a su vez contar con una respuesta adecuada a cualquier eventualidad posible de presentarse.
- Establecer el Plan de Abandono y Restauración de las áreas intervenidas por el proyecto, con el cual se garantice la restitución del equilibrio de los medios abiótico, biótico y social.

### 3. CONTENIDO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL INTEGRADO PARA EL CAMPO ARAUCA

#### 3.1 Capítulo 1. Generalidades

En el Capítulo se consigna los principales aspectos relacionados con:

- Localización del proyecto.
- Justificación del Plan de Manejo Ambiental Integral del Campo.
- Mecanismos, procedimientos, métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información.
- Antecedentes.
- Objetivos y Alcances del Plan de Manejo Ambiental Integral.
- Normatividad Ambiental, Sanitaria y Social.
- Descripción del contenido de cada uno de los capítulos del Plan de Manejo Ambiental Integral

#### 3.2 Descripción del proyecto

La empresa ECOPETROL S.A, por medio del presente Plan de Manejo Ambiental Integral, pone a consideración del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS-ANLA y ante CORPORINOQUIA, el documento realizado para el Campo Arauca, el cual incluye las actividades de implementación de tres (3) Campañas de perforación<sup>1</sup>. en las cuales se tiene programada la perforación de 33 pozos productivos y demás actividades que esto conlleva, de la siguiente forma:

##### 3.2.1 Campaña 1

- Construir y/o adecuar los accesos a las proyectadas locaciones de los pozos Arauca 5, Arauca 6, Arauca 7, Arauca 8 y Arauca NFE.
- Realizar trabajos de Workover en los pozos existentes, denominados Arauca-1, Arauca-2, Arauca-3 y Arauca-4, localizados en las coordenadas que se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5 Coordenadas pozos existentes Campo Arauca**

Pozo	Coordenadas origen Magna Sirgas Tres Este	
	Este	Norte
Arauca-1	914239	1260600
Arauca-2	915687	1260990
Arauca-3	918316	1263824
Arauca-4	916596	1263628

Fuente EPIS 2007, adaptado ACI Proyectos S.A. 2012

- Construir las locaciones y realizar la perforación de cinco (5), pozos, Arauca 5, Arauca 6, Arauca 7, Arauca 8 y Arauca NFE, en las coordenadas aproximadas que se presentan en la Tabla 6. De acuerdo a los resultados de las pruebas de producción de los pozos se realizará el tendido de las respectivas líneas de flujo, que los conectarán con la estación de para la separación y tratamiento del hidrocarburo.

<sup>1</sup>Plan de desarrollo Campo Arauca Gerencia Catatumbo Orinoquia. Superintendencia de Operaciones. Catatumbo, ECOPETROL S.A. 2011.

Tabla 6 Coordenadas Aproximadas de Pozos a perforar. Campaña 1 en Campo Arauca

Prospecto	Coordenadas planas Gauss Krüger datum Magna Sirgas - Origen Bogotá	
	Este	Norte
Arauca 5	914.141,57	1.260.608,14
Arauca 6	916.321,00	1.263.338,00
Arauca 7	916.328,00	1.263.397,00
Arauca 8	919.195,12	1.264.141,39
Arauca NFE	923.254,18	1.265.721,69

Fuente: Ecopetrol S.A, 2011.

- Continuar con el proceso de separación y tratamiento del hidrocarburo proveniente de los pozos Arauca, en la Estación denominada, Campo Arauca.
- Continuar con el bombeo del crudo producido en el Campo Arauca; el cual se realizará desde la Estación del mismo nombre a la Estación Banadía.
- La empresa ECOPETROL S.A., ha considerado, que de acuerdo a los resultados obtenidos de la realización de la Campaña 1, continuará con el desarrollo del Campo Arauca, por lo tanto de la ejecución de las Campañas 2 y 3.
- De otra parte, ante las condiciones de orden público en la región, que limitan altamente el desarrollo de estudios y la realización de la actividad petrolera, presentará ante el MADS y el ANLA, los Planes de Manejo Ambiental, específicos para cada Campaña. Así mismo, se realizarán las actividades de socialización del proyecto en las comunidades de las áreas de influencia al inicio de la primera campaña de perforación.

### 3.2.2 Campaña 2

Se ha previsto la perforación de nueve (9), pozos de desarrollo, a fin de recuperar 20,74 MBO.

### 3.2.3 Campaña 3

En esta Campaña, ECOPETROL S.A, realizará la perforación de diecinueve (19) pozos de desarrollo, para recuperar 10,1 MBO<sup>2</sup>.

### 3.2.4 Costos

La empresa ECOPETROL S.A, ha estimado para el desarrollo del Campo Arauca Los siguientes costos:

Campaña 1, la perforación de cinco pozos, tiene un valor de aproximadamente a USD 133.781.471 al año. Así mismo la operación anual del Campo Arauca se calcula en USD 4.649.000.000<sup>3</sup>, como se presenta en la Tabla 7.

<sup>2</sup> Plan de desarrollo Campo Arauca gerencia Catatumbo Orinoquia superintendencia de operaciones Catatumbo, ECOPETROL S.A. 2011.

<sup>3</sup> Información costos ajustados profesionales ECOPETROL S.A. 2012.

**Tabla 7 Costos aproximados Campaña 1 Campo Arauca**

Etapa	No.	Ítem	Costo USD
Costos de Inversión Campaña 1 (cinco pozos)	1	Estudios de pre factibilidad, factibilidad y diseño	5.151.259
	2	Adquisición de terrenos predios y servidumbres	275.000
	3	Costos de reasentamiento o reubicación de los habitantes de la zona	0
	4	Obras civiles y accesorias asociadas al proyecto	9.045.000
	5	Adquisición de equipos principales y auxiliares	8.413.609
	6	Perforación	76.978.381
	7	Completamiento	13.063.187
	8	Ejecución del plan de manejo ambiental	\$ 250.000
	9	Imprevistos	20.605.035
<b>Subtotal</b>			<b>133.781.471</b>
Costos de operación anual del campo	10	Valor de materias primas	4.649.000.000
	11	Estimación del valor de la mano de obra para la operación y mantenimiento del proyecto	
	12	Pagos de arrendamientos, servidumbres, servicios públicos, seguros y demás servicios requeridos	
	13	Costos de desmantelamiento del proyecto, obra o actividad	
	14	Costos por recolección, almacenamiento, acopio, transporte, manejo y disposición final de residuos	
<b>Subtotal</b>			<b>4.649.000.000</b>

Fuente: ECOPETROL S.A. 2012.

Los costos para la ejecución de estas Campañas, están condicionados a los resultados obtenidos en la Campaña 1.

▪ **Etapas y cronograma de actividades desarrollo del Campo Arauca**

La Tabla 8, presentan las etapas genéricas para la perforación de un pozo de desarrollo del Campo Arauca. Para la Campaña 1, se calcula que las diferentes actividades tendrán una duración de tres años a partir de 2012.<sup>4</sup>La construcción de las obras civiles, estará de acuerdo con la topografía del área y la longitud de las vías a construir (situación sujeta a la ubicación final de cada pozo).

**Tabla 8 Etapas de ejecución para un pozo Campaña 1. Campo Arauca**

Etapa	Actividades	Aspectos
Preoperativa	Preparación del área	Socialización y Participación Comunitaria
		Gestión comunitaria e institucional
		Adquisición de bienes y servicios
		Negociación de predios y servidumbres
		Contratación y capacitación de personal
		Trabajos de topografía

<sup>4</sup> Plan de desarrollo Campo Arauca gerencia Catatumbo Orinoquía superintendencia de operaciones Catatumbo, ECOPETROL S.A. 2011.

Etapa	Actividades	Aspectos
Obras civiles	Construcción, adecuación y/o mantenimiento de vías de acceso y localizaciones	Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal
		Instalación de campamentos para obras civiles
		Operación de maquinaria y equipos
		Desmante y descapote
		Excavación, cortes y rellenos
		Extracción de Material de zonas de préstamo Lateral
		Construcción de estructuras y obras de drenaje
		Cruces con cuerpos de agua
		Transporte y disposición de material de construcción
		Construcción de piscinas y check-shot
		Estabilización de taludes
		Captación / Consumo de agua
		Generación y disposición de residuos líquidos
		Generación y disposición de residuos sólidos
Revegetalización y/o empedradización		
Operación	Perforación y pruebas de producción	Movilización de maquinaria, equipo, materiales y personal
		Montaje de equipos
		Instalación y operación de campamentos
		Perforación (operación del RIG)
		Captación/Consumo de agua
		Funcionamiento del (quemadero)
		Registros
		Generación y disposición de residuos líquidos
		Generación, manejo y disposición de lodos y cortes de perforación
		Generación y disposición de residuos sólidos
		Almacenamiento y transporte terrestre de crudo u otros fluidos
		Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipo
Abandono y restauración final		Limpieza del área y retiro de infraestructura petrolera.
		Cierre de piscinas y/o retiro de tanques
		Captación / Consumo de agua
		Generación y disposición de residuos líquidos
		Generación y disposición de residuos sólidos
		Revegetalización y/o empedrarían
		Cierre de pendientes sociales en el área

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2012.

Las Campañas 2 y 3, generaran sus etapas y actividades de acuerdo con los resultados obtenidos de la perforación de los cinco pozos de la Campaña 1. Sin embargo se estima que pueden desarrollarse así: La Campaña 2 entre 2013 y la Campaña 3 de 2013 a 2016<sup>5</sup>.

### **3.2.5 Acceso al área de interés**

El acceso al Campo Arauca, se puede realizar por vía terrestre, desde Bogotá hasta Saravena y por vía aérea, en vuelos nacionales.

La principal vía de acceso terrestre a la región en que se encuentra el Campo Arauca, lo constituye la carretera nacional que comunica el interior del país con el departamento de Arauca, saliendo de Bogotá, tomando la troncal de los Llanos Orientales – Villavicencio – Yopal y llegando a Saravena.

El acceso al Campo Arauca, se realiza tomando la vía Saravena - Arauca y aproximadamente a tres kilómetros, sobre el costado derecho, se encuentra una vía de carácter terciario que comunica la vía nacional, con las dependencias del Batallón Grupo Revéis Pizarro, lugar en donde se encuentra el acceso a las instalaciones del Campo Arauca.

Por vía aérea se realiza el acceso de dos formas: En vuelos directos desde Bogotá a Saravena, los días lunes y viernes de cada semana, o, en vuelos todos los días a mañana y tarde desde Bogotá a Arauca.

#### **3.2.5.1 Descripción vías de acceso terrestre.**

En el área del Campo Arauca, se encuentran las vías de segundo y tercer orden, que comunican al municipio de Saravena con el corregimiento de Puerto Nariño extremo norte del polígono de Campo Arauca. La mayoría de estos accesos son usados para acceder a los pozos y otras instalaciones petroleras. Los anchos de banca oscilan entre cuatro y seis metros, con superficie de rodadura en base estabilizada, estas se encuentran en buen estado. Una vía importante al interior.

Por las características topográficas del área de interés, no se presentan problemas de estabilidad que puedan afectar las vías, se observa facilidad de tránsito de los vehículos en la mayoría de los tramos.

### **3.3 Caracterización del área de influencia del proyecto**

El Plan de Manejo Ambiental Integrado realizado para el Campo Arauca, definió las áreas de influencia del proyecto, a partir de la identificación de impactos ambientales que puedan generarse en las diferentes etapas previstas en el desarrollo del Campo. En la definición de las áreas, se consideraron las unidades geográficas, que conllevaron aspectos fisiográficos y de los ecosistemas existentes en la región del Arauca, como resultado tenemos:

#### **3.3.1 Áreas de influencia**

El Área de Influencia Directa (AID), para el Campo Arauca, se definió como un área de 10.059,34 hectáreas; región geográfica, correspondiente a la planicie aluvial de los Llanos orientales del Arauca, con depósitos de materiales del Cuaternario, perteneciente a la cuenca de los ríos Banadía y Madre Vieja, subcuenca de la quebrada La Pava y sus microcuencas afluentes, a los ecosistemas asociados a la sabana y geoformas de bajos, meandros abandonados y madre viejas, presentes en

<sup>5</sup>Visualización de infraestructura para el manejo de la producción de gas, petróleo y agua pronosticada en el plan de desarrollo Campo Arauca nov/2010- Cuenca Llanos Orientales. ECOPEPETROL S.A. 2010.

el municipio de Saravena. En general, la biota presente en la región, tiene amplia distribución en todo el departamento de Arauca y en buena parte de la Orinoquía.

El AID, para los componentes físico y biótico, está enmarcada, por la parte baja de la cuenca del río Banadía, la subcuenca de la quebrada La Pava y los cuerpos de agua menores que afieren a esta red, que pertenece a la gran cuenca del río Arauca. El Área de Influencia Directa (AID), se restringe en sectores, como la zona occidental del Campo Arauca, en la vereda Charo Alto, en razón a la proximidad de los límites internacionales existentes; así mismo, el área se restringe hacia la parte sur del polígono, donde se encuentra zonas urbanizadas de la cabecera municipal de Saravena.

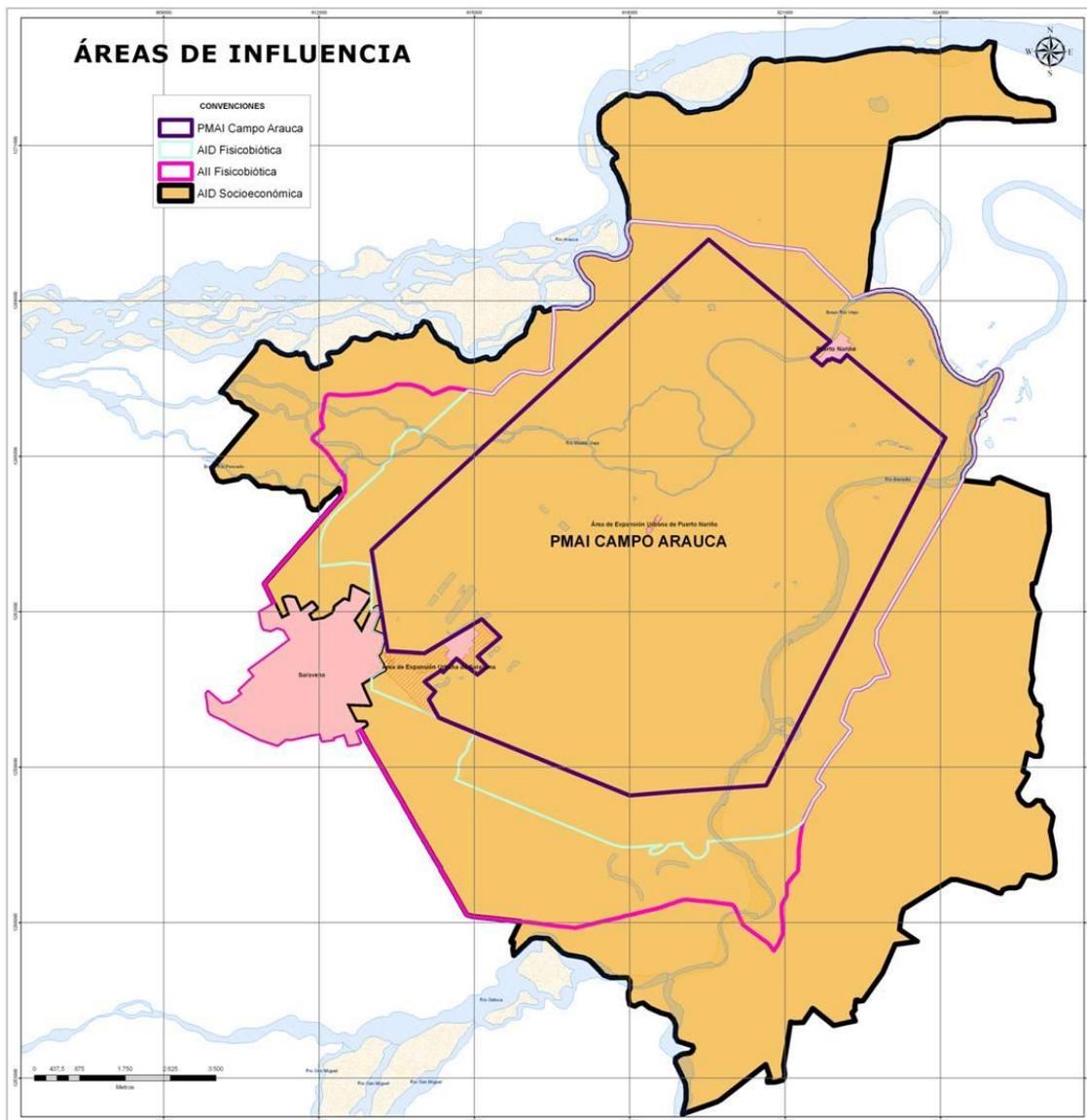
El Área de Influencia Indirecta (AII), desde el punto de vista físico-biótico, para el Campo Arauca se definió como un área de 12.670,74 hectáreas. La región de estudio, presenta condiciones homogéneas, caracterizada por una topografía plana, surcada por una red hídrica y ecosistemas asociados de bajos, madre viejas, con especies de fauna y flora de sabana tropical.

En lo referente al AID, desde el punto de vista económico, social y cultural, para el Campo Arauca, comprende como unidades territoriales 19 veredas reconocidas con personería jurídica, sin embargo, es importante anotar que con base en el mapa veredal oficial, del municipio de Saravena y que hace parte del PBOT de Saravena 2009, solamente se incluyen 13 veredas.

El Área de Influencia Indirecta (AII), se delimita territorial y según ecosistemas, así: Por el suroccidente desde el casco urbano de Saravena, por la vía que va en dirección noroccidente hacia el Caño Pescado, en el sitio donde esta vía hace contacto con el Caño Pescado, se toma este límite y se dirige hasta cercanías del vértice noroccidental del polígono, en la vereda Charo Centro, de allí se traza por la vía que comunica a esta vereda con el corregimiento de Puerto Nariño (antes de que la vía tome el rumbo hacia el sur); el límite se pega a la margen izquierda del caño Madre vieja y se lleva por la margen de su cauce, hasta donde este afluye, al río Banadía.

De este sitio, en la vereda Cobalongos, baja hacia el sur por la margen izquierda del río Banadía, hasta proximidades del vértice nororiental del polígono de Campo Arauca, hacia el sur hasta donde se intercepta con la vía, que va de la vereda San Rafael de Banadía, hacia la vía que comunica a Saravena, con Tame (vértice suroriental del polígono). En el sitio de intercepción, toma este límite, en dirección noroccidente hasta encontrar el casco urbano de Saravena.

En cuanto al componente socioeconómico, el AID del proyecto comprende las 19 veredas de jurisdicción y que de una u otra manera son intervenidas por el proyecto (**Figura 2**).



**Figura 2 Ubicación de las Áreas de Influencia Directa e Indirecta Físico-biótica y socioeconómica para el Campo Arauca**  
**Fuente ECOPETROL S.A. 2011.**

### 3.3.2 Medio abiótico

#### 3.3.2.1 Geología

El marco geológico regional de la zona corresponde con el departamento de Arauca, en el área de influencia indirecta se presentan las siguientes unidades:

- Depósitos de llanura aluvial (Q2Ia)

Los depósitos de llanura aluvial, son los depósitos cuaternarios, con mayor extensión en el área de estudio; se caracterizan por ser un área plana, muy húmeda por los drenajes, arcillosa con poco aporte de arenas y gravas, así como abundante vegetación.

- Depósitos aluviales recientes (Q2al)

Los depósitos aluviales recientes, son aquellos dejados por los principales ríos, dentro del área de estudio, formados por gravas y fragmentos de roca de las unidades que conforman el piedemonte llanero. Se ubican a lo largo y ancho, de los sistemas hídricos, en forma de “terrazas”. Los principales depósitos, son dejados por los ríos Madre Vieja y Banadía.

- Depósito aluvial de barras (Q2al - ba)

Depósitos asociados al cauce de los ríos Banadía y Madre Vieja. Son principalmente de arenas y gravas. Cambian de forma y ubicación de acuerdo con la dinámica fluvial, los aportes de sedimentos y la influencia de los niveles de precipitación.

En el área de influencia directa se presentan las siguientes unidades:

- Depósitos de llanura aluvial (Q2la)

Los depósitos de llanura aluvial, están conformados por sedimentos finos, en lo fundamental arenas muy finas, limos y arcillas que conforman el horizonte C, sobre las que se desarrolla un horizonte A, de suelo orgánico inmaduro, con espesores variables, entre 0,2 y 0,5 m.

El origen de estos depósitos, es de llanura aluvial, asociada lateralmente a un ambiente fluvial meándrico, el material se deriva de intensos procesos de denudación, en la Cordillera Oriental y a los aportes por la acción de la dinámica fluvial, en los depósitos del Piedemonte Llanero. Tal como se evidencia en las descripciones anteriores, se trata de depósitos, que no se encuentran afectados directamente por ciclos de depositación y erosión de los cauces actuales del río Arauca y sus tributarios.

- Depósitos aluviales recientes (Q2al)

Este depósito, en cercanía de la estación Arauca, conforma una terraza de 2 a 2,5 metros de altura. Corresponde a un elemento morfológico, que en ocasiones se confunde y es difícil de diferenciar con los Depósitos de Llanura Aluvial. Están constituidos principalmente por arenas de grano fino a muy grueso y gravas finas a medias bien gradadas, redondeadas, de composición cuarzosa, depositados por las corrientes mayores y en menor proporción por arcillas compactas depositadas en periodos de inundación por acumulación vertical, en ambientes lacustres a pantanosas.

- Depósito aluvial de barras (Q2al - ba)

Son depósitos fluviales asociados principalmente a los cauces actuales mayores, caracterizados en las fotografías aéreas, por líneas de avance o desborde, adyacentes a meandros de corrientes de alta sinuosidad. Esta unidad, está conformada por arenas y gravas finas; originan planimétricamente geoformas, cóncavo-convexas. El origen de las barras, se relaciona con carga sedimentaria de los caudales y depósito, en sitios de baja energía en los meandros.

### 3.3.2.2 Geomorfología

En el área de influencia directa se presentan las siguientes unidades geomorfológicas:

- Planicie de inundación (Pi)

Son extensas planicies o sábanas, ligeramente onduladas, disectadas por los ríos o caños, conformado por arenas muy finas, limos y arcillas Esta unidad, cubre la mayor parte, del Campo Arauca.

- Valle (V)

Esta unidad geomorfológica, comprende toda la parte asociada, a los ríos mayores del Campo Arauca, especialmente de los ríos Madre Vieja y Banadía, donde la concavidad de la unidad y la topografía irregular y rugosa, dan la dinámica del río, dejando meandros abandonados, principalmente.

### 3.3.2.3 Suelos

En el área del Campo Arauca, se presentan cuatro tipos de suelos, asociados al paisaje de llanura aluvial, piedemonte y valle; a continuación, se describe cada uno de ellos, así como sus asociaciones.

- Suelos asociados al paisaje de Valle Aluvial, en clima cálido húmedo.

Para el área de estudio, se encuentran unidades dentro del paisaje, denominado valle aluvial, llamada regionalmente Llanos del Arauca. Dentro de esta unidad de paisaje, los suelos están representados por la Asociación de suelos, Vista Hermosa VVHaz:

- ✓ Asociación de suelos Vista Hermosa VVHaz

Los suelos de esta asociación, se encuentran en la parte noroccidental del Campo Arauca, colindando con el Pozo Arauca - 3, en la parte norte del polígono en las veredas Charo alto, Charo centro, Unión San Rafael, Puerto Nariño, Bajo Banadía, Caño Rojo y vereda San Rafael.

En general, esta unidad de suelos, se ubica en los valles aluviales de los ríos Arauca y Casanare, formando parte de los diques y napas de desborde. Se encuentra, en pendientes inferiores al 3%, en alturas que oscilan entre 150 y 500 m., de relieve plano, con y clima cálido húmedo.

La clasificación taxonómica de la asociación, es FluventicEutropept con 40%, FluvaquenticDystropept con 40% y TropicFluvaquent con 20%.

La unidad de suelos VVHaz, se encuentra representada por 7847,67 hectáreas, lo cual constituye el 78,01% del área de influencia directa estudiada

- Suelos asociados al paisaje de Piedemonte, en clima cálido húmedo PCCaz

El paisaje comprende una serie de abanicos coalescentes, separados entre sí, por taludes de más de 50 m de altura, que forman el ápice de la planicie aluvial y que se encuentran localizados al occidente del territorio intendencial, entre la llanura aluvial de desborde y las estribaciones de la Cordillera Oriental; su relieve es inclinado, de pendientes que no sobrepasan el 12%; el clima es cálido húmedo y sus alturas oscilan entre 500 y 1.000 m., de altura.

Dentro de esta unidad de paisaje, los suelos están representados por la Asociación de suelos Piedemonte, Caño Claro, PCCaz.

✓ Asociación de suelos, PCCaz

Los suelos de esta asociación, se encuentran en la parte sur del Campo Arauca, en la vereda Caño Claro, colindando con el Pozo Arauca-2, en la parte sur del Campo Arauca, en la vereda Banadía Medio.

Son suelos desarrollados en relieve ligeramente inclinado, con pendientes de 0 – 3%, alturas que oscilan entre 300 y 500m, limos y arenas de desborde, horizonte superficial, con textura arenosa, descansa sobre capas arenosas o arenosas francas, horizonte B, textura franco arenosa, descansa sobre arena gleizada.

La unidad de suelos PCCaz, se encuentra representada por 1.618,08 hectáreas, lo cual constituye un 16,09%, del total del área estudiada.

✓ Unidad de suelos PAadp

Los suelos de esta unidad, se encuentran en la parte occidental del Campo Arauca, colindando con la zona de expansión urbana, del municipio de Saravena.

Son suelos desarrollados en los valles aluviales, de los ríos Arauca, Cusay, Ele, Tame y Casanare, formando las napas de explayamiento, que se encuentran hacia el piedemonte. La altitud de esta unidad, oscila entre 500 y 800 m.s.n.m., el relieve varía, de plano a inclinado con pendientes que varían de 3% a 7% y clima cálido húmedo.

El porcentaje de área encontrada en suelos PAadp, en el área directa de estudio, es de 59,81 hectáreas, con un 0,59%, área de influencia directa.

- Suelos asociados paisaje de Llanura Aluvial con cobertura eólica en clima cálido húmedo

Para el área de estudio, se encuentran unidades dentro del paisaje denominado llanura aluvial, su modelado, es el resultado de la dinámica de los ríos Arauca y Casanare.

Este paisaje se localiza inmediatamente después de los abanicos más bajos y se extiende al oriente, hasta el contacto con la zona eólica; presenta un relieve plano, con pendientes que no sobrepasan el 3% y alturas que oscilan entre 200 y 500 m., de altura. La unidad, ocupa aproximadamente la parte central del territorio intendencial, el clima dominante, es el cálido húmedo.

Dentro de esta unidad de paisaje, los suelos están representados por la Asociación de suelos, Llanura Las Milpas LLMa:

✓ Asociación de suelos Las Milpas LLMa

Los suelos de esta asociación, se encuentran en la parte suroccidental del Campo Arauca, en la vereda Charo Alto, colindando con la zona urbana de Saravena, en la parte occidental del polígono en la vereda, Puerto Arturo.

La clasificación taxonómica de la asociación es, FluventicDystropept, Typic troposamment, Typic Troporthent y Aquicdystropept.

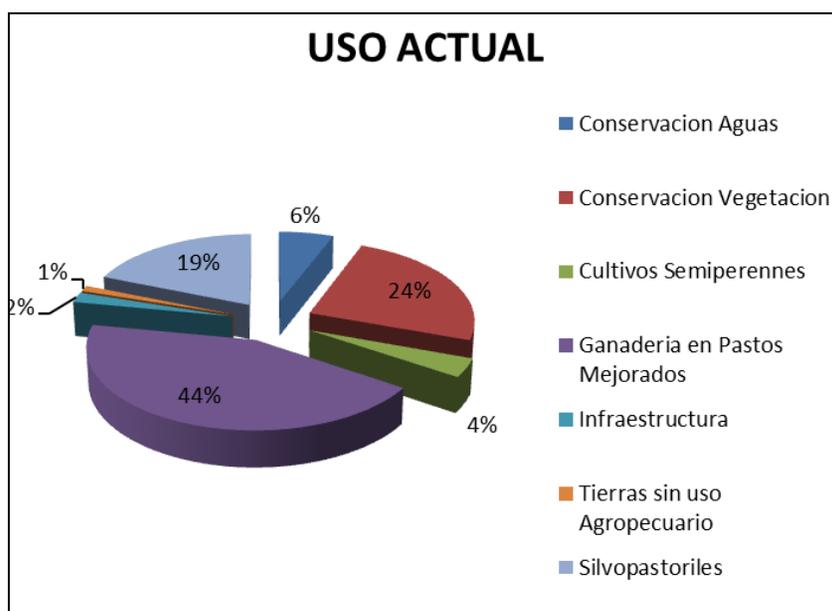
La unidad de suelos LLMa, se encuentra representada por 555,51 hectáreas, lo cual constituye un 5,51% del total del área estudiada.

El uso actual de los suelos, corresponde al uso efectivo y concreto a que se destina la superficie de la tierra, debido a la intervención antrópica, ya sea cíclica o permanente, con el fin de satisfacer las

necesidades básicas, sobre los recursos naturales, que hacen parte tanto de la superficie terrestre como del subsuelo.

El uso actual de los suelos, se desarrolló a partir del mapa temático, de cobertura vegetal, que hace parte del área de estudio, el cual fue cruzado con las unidades de suelos, para obtener la clasificación de uso actual de los suelos, para la zona de estudio, metodología MADS 2010<sup>6</sup>.

Se estima que el 44% de los suelos, que hacen parte del área de influencia del proyecto, se encuentran dedicados a la actividad ganadera; mientras que el 24% de los suelos, se encuentran dedicados a la conservación de la vegetación y el 19%, se encuentra dedicado a las actividades silvopastoriles (Figura 3).



**Figura 3 Clasificación del uso suelo actual del suelo en Campo Arauca**  
Fuente ECOPETROL S.A. 2011.

La ganadería se ha desarrollado en sitios de baja pendiente, e inundados generalmente, sin prácticas adecuadas de manejo de conservación de suelos, e incrementando los flujos de suelos, específicamente terracetos, o pate vaca. Las áreas dedicadas a la conservación, se encuentran ligadas tanto a la cobertura vegetal como a las prácticas de mantenimiento, que los diferentes propietarios o arrendatarios, han realizado sobre los diferentes predios.

Con base a lo mencionado por FAO, (1.976)<sup>7</sup>, se describe a continuación cada una de las unidades agrológicas, que hacen parte del área de influencia del proyecto:

- Unidad de suelos X

Entre los principales limitantes de uso, que tienen estas tierras, se encuentran: La alta susceptibilidad a la erosión y/o alta susceptibilidad a las inundaciones y encharcamientos prolongados, los niveles altos de aluminio activo y la muy baja fertilidad.

6 (Clasificación de uso tomada de Zapata P., Diana M.; Londoño B., Carlos A.; et ál. (Eds.). González H., Claudia V.; Idárraga A., Jorge.; Poveda G., Amanda., et ál. (Textos). 2.010. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D. C., Colombia. 72 p).

<sup>7</sup> Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. Esquema para la evaluación de Tierras. 1976. 215 p.

Por su capacidad de uso, son aptas para las siguientes actividades: Conservación de la flora y la fauna silvestre, reservorios de agua, parques naturales y/o centros turísticos.

Dentro de esta clasificación de las tierras se localiza la unidad de suelo PCCaz y PAadp, para el área directa de estudio la unidad X, se encuentra distribuido en 1.677,89 ha que corresponde a un 16,78% del total del área de influencia directa.

- Unidad de suelos S2f

Por tratarse de áreas regularmente drenadas, relativamente más altas, aledañas a ríos y caños, las características químicas y mineralógicas y su moderada fertilidad, alta acidez y alta saturación con aluminio permiten deducir que con algunas prácticas de manejo, principalmente fertilización y controles fitosanitarios, estas tierras se pueden dedicar con algún éxito a cultivos y pastos introducidos, a bosques productores; pertenecen a la Clase VI, por su capacidad de uso.

Dentro de esta clasificación de las tierras, se localizan las unidades de suelos LLMa; para el área directa de estudio, la unidad S2f, se encuentra distribuido en la siguiente área 533,78 ha correspondiente al 5,31%, del total del área.

- Unidad de suelos S1i

La unidad de suelos que en la actualidad está utilizada en pastos, rastrojos y bosques. Como factores que limitan su uso, se encuentra la baja fertilidad, muy alta acidez, la susceptibilidad a las inundaciones y encharcamientos frecuentes, los niveles tóxicos de aluminio y la pedregosidad sectorizada. Aquellos sectores bien drenados y no pedregosos, con adecuadas prácticas de fertilización e implementando algunas obras que minimicen el efecto negativo de las inundaciones, se pueden dedicar a los cultivos comerciales y de subsistencia. Es conveniente, que las áreas muy inundables estén con vegetación nativa.

Dentro de esta clasificación de las tierras, se localizan las unidades de suelos VVHaz. Para el área directa del total del área (Figura 4).

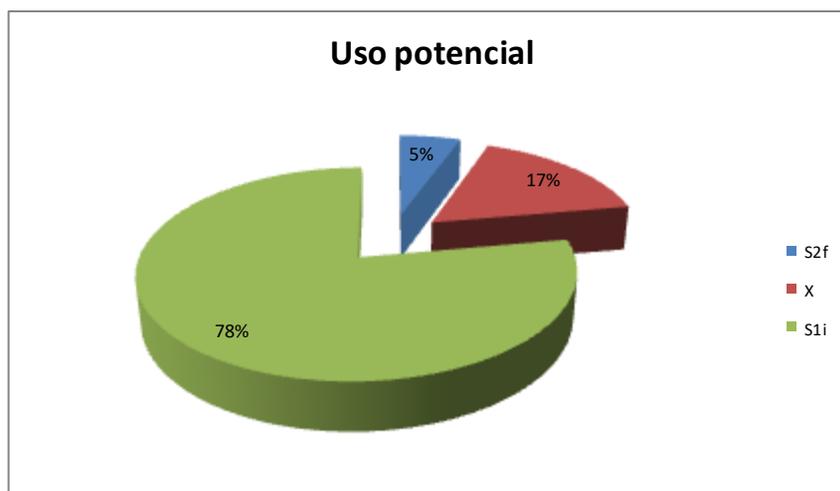


Figura 4 Clasificación capacidad de uso por unidad en Campo Arauca  
Fuente ECOPEPETROL S.A. 2011.

De acuerdo con lo anterior, el 83% de las unidades de suelos (S2f y S1i) debe estar dedicado a pastos nativos e introducidos, rotación de potreros, fertilización y enmiendas. Es conveniente, que las áreas muy inundables, estén con vegetación nativa.

El 17% restante de las unidades de suelos (X) debe ser dedicado a la conservación de los bosques de galería al igual que la fauna silvestre.

### 3.3.2.4 Hidrografía

En la Tabla 9 y en el **Mapa Hidrológico Campo Arauca (ver Anexo Cartográfico)**, se presenta la clasificación y caracterización de los sistemas lóticos, en el área de Influencia indirecta del Campo Arauca.

**Tabla 9 Clasificación de las corrientes presentes en el área del Campo Arauca**

Gran cuenca	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área de drenaje	Tipo de drenaje	Orden	Dirección	Densidad
Río Arauca	Ríos Banadía y Madre Vieja	Caño La Pava 110,02 Km <sup>2</sup>	Caño Claro	9,15 Km <sup>2</sup>	Subparalelo	III	S-N	Denso
			Caño Los Arrecifes					
			Caño Roble	4,25 Km <sup>2</sup>	Subparalelo	III	S-N	Denso
			Caño Verde	4,08 Km <sup>2</sup>	Subparalelo	II	S-N	Denso
			Caño Agua Linda					
			NN1	7,73 Km <sup>2</sup>	Subparalelo	I	S-N	Poco Denso
			NN2	2,66 Km <sup>2</sup>	Subparalelo	III	S-N	Denso
			NN3	1,1 Km <sup>2</sup>	Subparalelo	III	SW-NE	Denso

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2011.

- Sistemas lenticos

Como parte de la fase de campo se identificaron dos ecosistemas lenticos, localizados de la siguiente forma: El primero (Lentico 1) 1265243,650 Norte y 923286,788 Este. El segundo (Lentico 2) 1262432,929 Norte y 917044,893 Este (Origen Magna Sirgas Tres Este).

En general estos cuerpos de agua se encuentran en las depresiones del terreno no son permanentes y asociados se encuentra una biota diversa que va desde las especies de la flora macrofita tanto enraizada como errante. Así mismo especies de fauna semiacuática como aves de las Ciconiidae, Ardeidae Scolopacidae, Laridae, entre otras. Reptiles como *Caiman crocodylus*, la tortuga Charapa *Podocnemis expansa*, mamíferos como *Hydrochaeris hydrochaeris*.

Los dos cuerpos de agua lenticos registrados son pequeños, sin embargo a menor escala forma parte de la dinámica hidrológica. En los muestreos de calidad de agua se evidenció que el cuerpo de agua conocido como Lentico 1, no registraba olor, tenía un color oscuro semejante a la Coca cola probablemente por la presencia de taninos y aceites vegetales provenientes de las plantas de su ronda hidráulica. También se evidenció que presentaba una nata turbia sobrenadante.

El cuerpo de agua conocido como Lentico 2, registro metano, este es uno de los subproductos de la descomposición orgánica, también tiene un color oscuro semejante a la Coca cola probablemente por la presencia de taninos y aceites vegetales provenientes de las plantas de su ronda hidráulica. El espejo de agua presentaba iridiscencia.

### 3.3.2.5 Hidrogeología

En el área de influencia indirecta se registran las siguientes unidades hidrogeológicas:

#### ➤ **Acuíferos**

En el área del Campo Arauca, se presentan dos sistemas acuíferos: semiconfinados y confinados, que son de extensión variable y están asociados a los sedimentos de los depósitos cuaternarios (Qal), siendo unidades con buen potencial de acumulación, de agua subterránea y están constituidas por intercalaciones de arenas, gravas que a profundidad, se confinan o son selladas por capas de arcillas y lodos.

#### ▪ Tipo de acuífero

Para los depósitos cuaternarios, se tienen definidos acuíferos libres, de extensión local, que puede variar de acuerdo a la capa de sedimento reservorio, que contiene el recurso hídrico. Se pueden encontrar confinadas por capas o bancos más delgados de arcillas, sobre todo en las llanuras de inundación, en donde la acumulación de sedimento fino, tiene lugar, mientras que hacia las zonas en donde se tienen cauces activos, el sedimento se presenta más arenoso, lo cual lo convierte en acuíferos libres, de fácil explotación, pero con más vulnerabilidad, a contaminación.

Los continuos cambios sedimentológicos, hacen que la distribución espacial y continuidad de los acuíferos, no sean constantes en todos los puntos, por ende, se debe considerar que en sitios puntuales, la hidrogeología varía, para poder conocer el comportamiento hidrogeológico de una zona en específico **Mapa hidrogeológico Campo Arauca (Ver Anexo Cartográfico)**.

#### ✓ Acuífero Cuaternario (AqQ)

Este tipo de acuífero se presenta sobre los depósitos aluviales, de poco grado de consolidación de arenas y gravas, de poco espesor intercalados con capas de sedimentos finos, generalmente lodos y arcillas, que actúan como sellos locales, las capas de arenas y gravas, presentan una buena permeabilidad y porosidad. En lo referente a las llanuras aluviales, en ella se forman acuíferos continuos, de extensión local a regional, limitada los cuales están en función de la distribución geológica del subsuelo. La recarga de este tipo de acuíferos, está directamente relacionada con las precipitaciones y del tipo de substrato en cada localidad.

#### Zonas de recarga y descarga naturales

Las zonas de recarga hídrica, corresponden a los sectores de cauces activos, de mayor orden, en donde la infiltración es elevada en esencia, por el dominio arenoso de los depósitos involucrados, estos se dan, en los cauces como los ríos Banadía y el Madre Vieja.

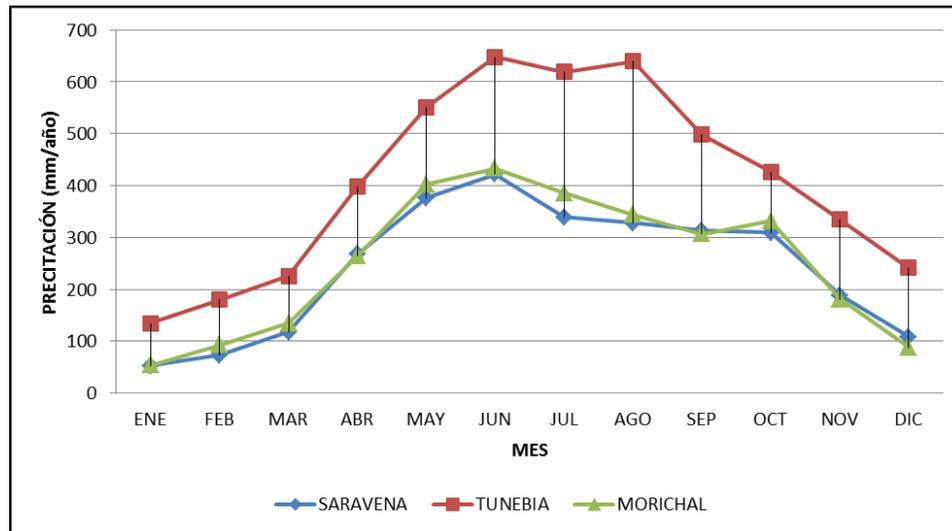
Las zonas de descarga de agua subterránea, corresponden a sitios donde se dan manantiales o manaderos y morichales permanentes, algunos de estos, son puntuales, o de poca extensión superficial, por lo cual no se presentan a escalas detalladas en la cartografía. También existen sitios de descarga antrópica, como lo son los pozos profundos y aljibes.

### 3.3.2.6 Clima

El clima y el escurrimiento de la zona de estudio, dependen de varios factores cuya combinación genera un tipo de distribución típica, de los diferentes parámetros. A continuación, se presenta un resumen de los fenómenos generales que influyen en la de variación espacial y temporal del clima, en la región en que se encuentra el Campo Arauca.

Para el análisis de la información de precipitación, se utilizó la información de tres estaciones, que se encuentran distribuidos en las inmediaciones del Campo Arauca (Saravena, Tunebia y Morichal). La estación más cercana al área del proyecto (Saravena) presenta una precipitación total anual de 2.893,3 mm/año.

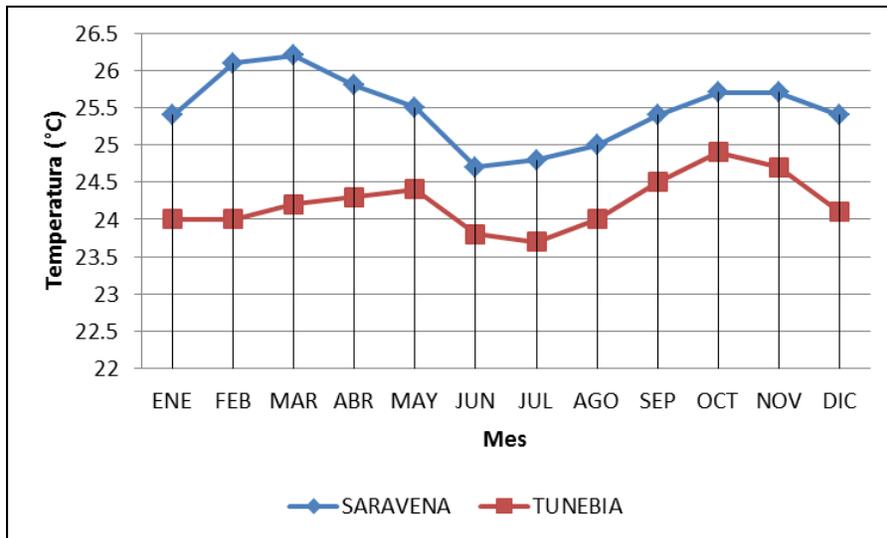
En la Figura 5, se presenta la variación temporal de la precipitación media mensual multianual, la cual evidencia un régimen monomodal, típico, de esta región del país, presentando un periodo claramente definido de altas precipitaciones, “invierno” entre los meses de abril a octubre y un periodo de bajas precipitaciones, “verano” en los meses de diciembre a marzo.



**Figura 5 Variación temporal de la precipitación en Campo Arauca**  
Fuente ECOPETROL S.A. 2011.

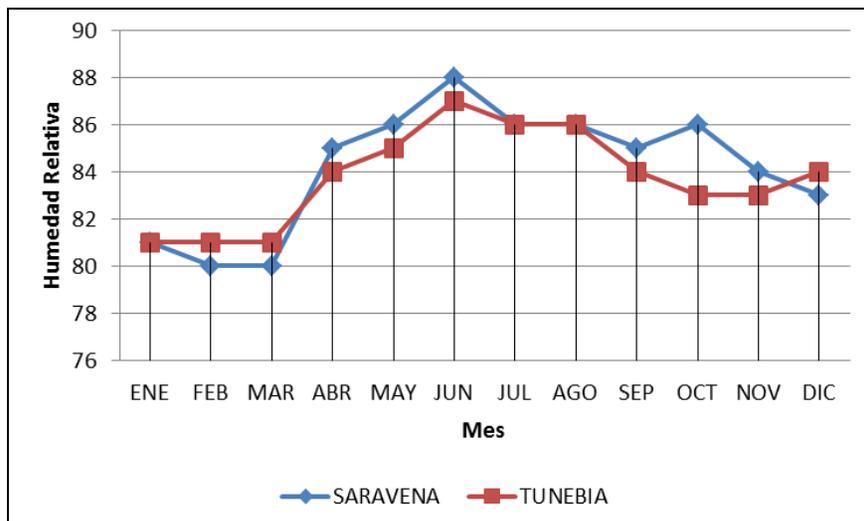
Para el análisis de la información de precipitación, se utilizó la información de dos estaciones, que se encuentran distribuidos en las inmediaciones del Campo Arauca (Saravena y Tunebia).

La temperatura en el Campo Arauca, presenta un comportamiento monomodal, inverso al patrón de precipitaciones (Figura 6), en donde en los primeros meses del año, se registran los mayores valores de temperatura media mensual y en el periodo de abril a octubre, se presentan los valores de temperatura más bajos, siendo un comportamiento inverso, a la precipitación media mensual.



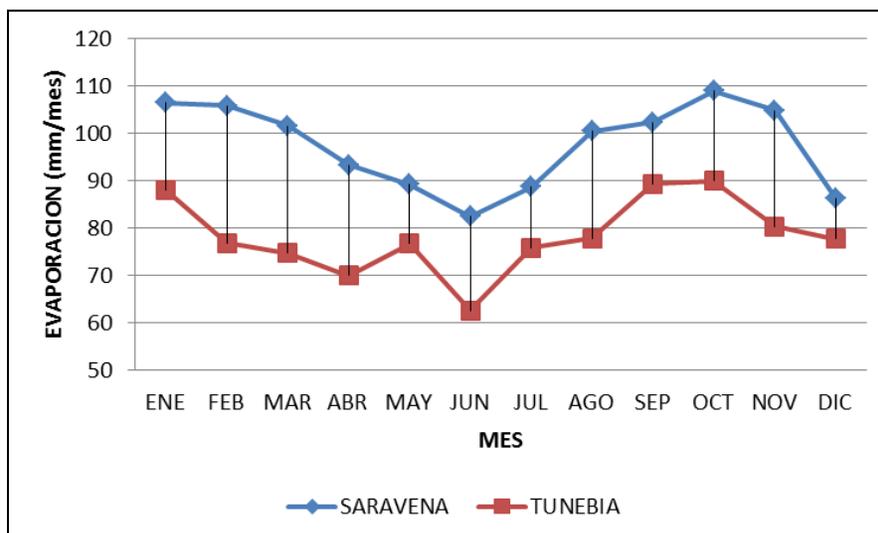
**Figura 6 Variación temporal temperatura media multianual (°C) en Campo Arauca**  
Fuente ECOPETROL S.A. 2011.

Para el análisis de la humedad relativa, se analizó los datos de las estaciones de Saravena y Tunebia. Los valores más altos se registran en los meses de altas precipitaciones, entre a abril a agosto. Este parámetro tiene un comportamiento monomodal, los menores registros se presentan en los meses de bajas precipitaciones, correspondientes a los meses de enero, febrero y marzo (Figura 7).



**Figura 7. Variación temporal de la humedad relativa (%) en Campo Arauca**  
Fuente ECOPETROL S.A. 2011.

En el área de estudio (Campo Arauca), la evaporación presenta un régimen de tipo monomodal, (Figura 8) a lo largo del año, observándose los valores más altos, en los meses de enero, febrero y marzo, para las dos estaciones analizadas, siendo los meses de enero y febrero, para Saravena, con un registro de 106 y 105 mm/mes, los de mayor evaporación.



**Figura 8 Variación temporal de la evaporación potencial (mm/año en Campo Arauca**  
**Fuente ECOPETROL S.A. 2011.**

Los valores más bajos de evaporación, se presentan en el mes de junio con 82,4y 62,6 mm/mes para las estaciones de Saravena y Tunebia, respectivamente. El valor total anual, es de 1169 mm/año, 939 mm/año, en las dos estaciones.

### 3.3.2.7 Aire y ruido

- Calidad del aire

El muestreo se realizó entre los días 01 al 18 de diciembre de 2011, en las tres estaciones; Estación 1: Campo Arauca, Estación 2: Puerto Nariño y Estación 3: Rancho Pilón, los compuestos de interés analizados fueron:

- Material Particulado Total (TSP's).
- Material Particulado PM 10 menor a 10 Micras
- Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>).
- Óxidos de Azufre (SO<sub>x</sub>).
- Hidrocarburos Expresados como Metano (HCT's)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's)

Los muestreos realizados en las tres estaciones seleccionadas, permiten determinar:

- Las concentraciones de PST, en la Estación 1, 2 y 3, Campo Arauca, presentaron valores que relacionados con la norma de calidad de aire diaria y anual, están por debajo del límite normativo.
- La presencia de óxidos de nitrógeno y de azufre, dentro de los tres puntos monitoreados, en el área de Campo Arauca, no varían mucho, encontrándose en todos los casos dentro de los valores máximos permisibles tanto diarios, como anuales, establecidos por la Resolución 610 de 2010.
- Las mediciones puntuales de monóxido de carbono, hidrocarburos expresados como metano y compuestos orgánicos volátiles, muestran que no hay presencia de este compuesto, con lo que se verifica el amplio cumplimiento de las normas de calidad de aire correspondientes; según el

Artículo 4 de la Resolución 610 de 2010, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

- Ruido

En el monitoreo ejecutado el día 18 de diciembre de 2011, se realizaron mediciones de Nivel de Presión Sonora, en los horarios diurno y nocturno, en dirección: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical, con intervalos de seis minutos en cada vértice, en los siguientes puntos: Vía Banadía, curva Batallón y Puerto Nariño.

De acuerdo con las mediciones realizadas de ruido ambiental, en el área de influencia de Campo Arauca, se concluye:

- ✓ Los puntos de muestreo identificados como vía Banadía y Puerto Nariño, fueron comparados con el sector D, de la Resolución 627 de 2006, que establece zonas suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado, dado que el monitoreo no se ejecuta sobre una vía principal, sino a una distancia moderada de las mismas, sin embargo el monitoreo realizado en el punto de muestreo identificado como curva del Batallón, se compara con el sector C, propuesto para zonas con usos permitidos industriales para vías troncales, vías arterias y vías principales, dado que el monitoreo en este punto se realizó sobre la vía principal y en cercanías a una aeropuerto local.
- ✓ Los niveles de presión sonora registrados en el horario diurno, en los puntos de muestreo identificados como vía Banadía y curva del Batallón, presentan lecturas de nivel equivalentes por debajo de los estándares máximos permitidos para cada sector, cumpliendo satisfactoriamente con las exigencias del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En cuanto a las lecturas de nivel equivalente registradas en el punto de muestreo identificado como Puerto Nariño, superan el límite máximo establecido, debido posiblemente al tránsito vehicular, registrado durante el monitoreo.
- ✓ Las mediciones de ruido ambiental registradas en el horario nocturno, superan los límites establecidos en la normatividad ambiental vigente, en los puntos de muestreo identificados como vía Banadía y Puerto Nariño, posiblemente por los sonidos emitidos por la fauna local, por el tránsito de algunos vehículos durante el monitoreo y por los estallidos de pólvora registrados; sin embargo, en el punto identificado como curva del Batallón, se observa cumplimiento normativo frente al sector de comparación.

### 3.3.3 Medio biótico

#### 3.3.3.1 Flora

##### Coberturas vegetales

Según el Sistema de Clasificación Corine Land Cover para Colombia y referido para el área de estudio se registraron las siguientes coberturas:

- Bosque de galería

Según IGAC<sup>8</sup>, la cobertura se refiere a la vegetación arbórea ubicada en las márgenes de recursos de agua permanente o temporales. Este tipo de cobertura está limitada en amplitud ya que bordea las fuentes de agua o patrones de drenaje naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques es en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería.

<sup>8</sup> INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 2005. Sistema De Clasificación Corine Land Cover para Colombia, Bogotá. 202 p.

Definida como la comunidad vegetal dominada por elementos arbóreos y arbustivos que forman o no un estrato continuo y se prolongan a manera de franjas angostas a lo largo de las corrientes de agua (ríos, quebradas, arroyos, corrientes de agua temporales, etc.).

Las áreas muestreadas en este tipo de cobertura incluyen en el municipio de Saravena en cursos de agua como los ríos Madre Vieja, brazo río Viejo y Banadía, caños como Amarillo, Café, Claro, Perro de agua, El Tigre, La Pava, Verde y El Roble entre otros, los cuales presentan una franja de vegetación que acompaña su cauce, franja con un espesor variable y poco continuo, siendo más extensas en zonas como Caño Verde y caño de Las Pava en la vereda Puerto Arturo.

Algunas de las especies importantes ecológicamente y comercialmente encontradas en este tipo de cobertura son: Candelero (*Cordia tetrandra* (Aubl), Caracaro (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb) Arevalo (*Cupania glabra*), Cedro (*Cedrela odorata*), Charo *Brosimum lactescens* (S. Moore.) C.C. Berg., Mula Muerta (*Gustavia superba* Berg), entre otras.

En general podemos concluir que en los bosques de galería del área de estudio no se pueden apreciar áreas con árboles emergentes bien desarrollados, sin embargo se pueden diferenciar los estratos dominantes, codominantes y oprimidos. Dichos bosques en el área de estudio se encuentran fragmentados, en algunos sectores alcanzan franjas de hasta 80 metros como en el sector del caño de la Pava y Caño Verde aunque existen áreas con anchos de 20 o 30 metros.

El área total cubierta por los Bosques de galería es de 2.044,20 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 20,27% del área de influencia directa.

- Herbazales densos

Cobertura vegetal cuyo estrato dominante está conformado principalmente por especies de porte herbáceo. Presenta una densidad de cobertura mayor al 70%. Crece en terrenos que no presentan procesos periódicos de inundación.

En el área del Campo Arauca se realizaron varias parcelas de identificación de gramíneas, herbáceas asociadas a los herbazales densos registrándose asociaciones de pastos nativos, pastos mejorados, especies herbáceas y arbustos entre otros. Es de anotar que en los muestreos no se evidenciaron cercas vivas de ninguna clase, algunas fincas presentan árboles establecidos en los potreros como sombríos y/o para ramoneo del ganado, no se evidenció algún sistema de silvopastoriles que combine gramíneas con árboles fijadores de nitrógeno o para forraje.

En cuanto a los herbazales densos en mención se presenta asociaciones de pastos nativos, pastos mejorados, gramíneas, especies herbáceas y leñosas entre otras; sabanas compuestas por pastos como Paja de sabana (*Andropogon bicornis* L.), paja mona (*Axonopus purpusii*) y pasto estrella como especies dominantes con herbáceas como lavaplatos (*Scytalopus stilesi*), mastranto (*Dichronema cilliatum*) entre otras.

El área total cubierta por el herbazal denso es de 10,17 hectáreas en el área de influencia directa del Campo Arauca equivalentes al 0,1% del área total de la zona de estudio.

- Herbazales densos de tierra firme arbolado

Según el IGAC<sup>9</sup>, se refiere a la cobertura vegetal caracterizada por presentar arbustos aislados, hasta árboles, con dosel abierto y sotobosque, en medio de una matriz de gramíneas, debido a su

9 INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 2005. Sistema De Clasificación Corine Land Cover para Colombia, Bogotá. 202 p.

posición topográfica, permanece inundada durante la temporada de lluvias por más tiempo que las sabanas abiertas.

Por tal motivo, además del componente herbáceo dominado por gramíneas, desarrolla un componente arbustivo denso en las áreas limítrofes con el bosque de galería (y esparcido dentro de la sabana como tal) dominado por Flor amarillo (*Tabebuia ochracea*), trompillo (*Guarea guidonia* (L.) Sleumer), samán (*Pithecellobium saman*) entre otros. Adicionalmente, presenta mayor cantidad de especies arbóreas (y de mayor tamaño) que en los herbazales abiertos.

En general para la zona se concluye que en los pastos naturales arbolados se pueden diferenciar árboles de diferentes tamaños dispersos de hasta 24 metros de altura. Es de anotar que la zona de estudio presenta una distribución a lo largo y ancho del terreno sin ningún tipo de arreglo geométrico. El área total cubierta por los herbazales densos de tierra firme arbolados es de 1894,98 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 18,84% del área de influencia directa.

- Vegetación secundaria o en transición

Esta es una cobertura vegetal en estadio sucesional inicial originado luego por la intervención o destrucción de la vegetación primaria. La vegetación es de porte arbóreo con dosel irregular y arbustos que forman un estrato arbustivo denso.

La extensión y estructura de esta vegetación es variable y de manera general se presentan con una estructura y composición florística variada y con una marcada presencia de especies herbáceas, matorrales, malezas y otras plantas en forma densa, además sus características y composición florística dependen de las condiciones del sitio donde se hayan establecido, por lo cual en el área de influencia directa del proyecto se presentan rastrojos altos y bajos, que se agrupan aquí bajo una sola denominación de vegetación secundaria alta, debido a la dinámica de la zona que implica su desaparición constante.

En el área de estudio se observó en inmediaciones a los ríos Banadía y brazo río Viejo entre otras, con alturas que en general oscilaban entre los 12 y 20 metros con una densidad alta y corresponden a potreros que han sido abandonados. El área total cubierta por la Vegetación secundaria o en transición es de 440,68 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 4,38% del área de influencia directa.

- Pastos limpios

Tierras cubiertas con herbáceas/gramíneas que no presentan malezas ni están arboladas, debido a que la serie de prácticas culturales (limpieza, enclamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden su presencia. Por lo general son pastos mejorados como el braquiaria del tipo dulce (*Brachiaria humidicola*) y del amargo (*Brachiaria decumbens*) los cuales son destinados a pastear ganado.

El área total cubierta por Pastos limpios es de 4.386,20 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 43,60% del área de influencia directa.

- Otros Cultivos transitorios

Comprende la vegetación de cultivos de ciclo corto. Son áreas dedicadas a cultivos de granos básicos y otros cultivos de ciclo menor a un año. En el área del Campo Arauca se registraron cultivos de maíz, yuca, plátano, cacao, entre otros.

El área total cubierta por cultivos transitorios es de 385,38 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 3,83% del área de influencia directa.

- Ríos

Esta categoría corresponde a ríos y caños, los cuales son cuerpos de agua que tiene una dirección de flujo y desemboca en otro cuerpo de agua, para el área de estudio se destacan los ríos Banadía, Madre Vieja, Brazo río viejo y caños como el Amarillo, Café, Verde, El Tigre, El Roble, entre otros.

Esta categoría corresponde igualmente a lagunas, bahíos; estos últimos comúnmente conocidos en Colombia y Venezuela, como charcas. Son zonas planas, influenciadas por el desborde de los ríos en donde las condiciones edáficas e hidrológicas, constituyen ecosistemas relevantes para el desarrollo y establecimiento de especies faunísticas de importancia internacional.

Es de anotar que las superficies de agua en el área de estudio son decisivamente influyentes y condicionantes en los diferentes procesos y actividades humanas como la agricultura, la ganadería, silvicultura entre otras. Es de anotar que las zonas anegadas en el territorio son albergue de diferentes comunidades de fauna como mamíferos, aves, peces, anfibios y reptiles entre otros. El área total cubierta por los ríos es de 273,9 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 2,72% del área de influencia directa.

- Cuerpos de aguas artificiales

Son áreas cubiertas por cuerpos de agua construidos por el hombre para almacenar agua para el abastecimiento de acueductos, generación de energía eléctrica, control de caudales. En el Campo Arauca se observó en cercanías al caño Amarillo y caño de Las Pava.

El área total cubierta por los cuerpos de agua artificiales es de 41,87 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 0,42% del área influencia directa de la zona de estudio.

- Infraestructura para explotación de hidrocarburos

Áreas dedicadas a la extracción, procesamiento y transformación de hidrocarburos e infraestructura asociada. En el área de estudio se registran los pozos de producción de Campo Arauca, cada uno con sus respectivas facilidades de producción.

El área total cubierta por la explotación de hidrocarburos es de 29,58 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 0,29% del área de influencia directa.

- Zonas urbanizadas

Áreas que corresponden al municipio de Saravena y al centro poblado de Puerto Nariño, las cuales se encuentra dentro del área del Campo Arauca. El área total cubierta por las zonas urbanizadas es de 159,51 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 1,59% del área de influencia directa.

- Zonas pantanosas

Coberturas ubicadas en zonas bajas que pueden corresponder a zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, antiguas vegas y depresiones naturales. Coberturas ubicadas en zonas bajas que pueden corresponder a zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, antiguas vegas y depresiones naturales. El área total cubierta por las zonas pantanosas es de 274,73 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 2,73 del área de influencia directa.

- Tierras desnudas y degradadas

Corresponde a superficies con o sin poca cobertura vegetal, fruto de los procesos de erosión y/o degradación extrema. En algunos sectores sometidos a intervención natural se observan áreas aisladas sin vegetación o con una vegetación herbácea muy rara.

El área total cubierta por tierras desnudas es de 51,47 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 0,51% del área de influencia directa.

- Zonas arenosas naturales

Corresponde a superficies sin o con poca cobertura vegetal, constituidas básicamente por suelos arenosos que conforman playas cuya superficie está conformada por arenas, limos o guijarros en el medio continental, en el área de campo Arauca se observaron asociadas al río Banadía,

El área total cubierta por las zonas arenosas es de 65,86 hectáreas en el Campo Arauca equivalentes al 0,65% del área de influencia directa.

De otra parte el PBOT de Saravena<sup>10</sup>, menciona algunas áreas como protegidas como la reserva forestal río Satoca, de igual forma una zona de abastecimiento de acueducto alimentada por la quebrada La Pava, las reservas indígenas de Valles del Sol y Playas del Bojabá, sin embargo, se hace la claridad que todas ellas se encuentran fuera del área de influencia del proyecto.

### Caracterización de las coberturas vegetales muestreadas

En el terreno se ubicaron las unidades de muestreo o parcelas empleando un GPS de tal manera que su distribución fuera representativa del tipo de cobertura, se presentan en la Tabla 10.

**Tabla 10 Puntos GPS de las parcelas inventariadas en Campo Arauca**

Tipo de cobertura	No. Parcela	Coordenadas Magna Sirgas 3 Este	
		Norte	Este
Bosque de galería	1	1261265	916412
	3	1261741	915994
	6	1260571	915464
	10	1262799	916586
	11	1262330	916903
	12	1264633	918300
	14	1262544	914922
	15	1262267	915142
	17	1264502	922124
	19	1260951	920563
	20	1261582	919597
	21	1263316	918295
	23	1262881	922024
	24	1265775	922089
	26	1265053	916538
27	1263723	915628	
29	1262327	915744	
Vegetación secundaria alta	7	1260649	915541
	9	1264125	919833

<sup>10</sup> Ibidem

Tipo de cobertura	No. Parcela	Coordenadas Magna Sirgas 3 Este	
		Norte	Este
	22	1261577	914612
	28	1262165	917422
	30	1260493	914279
Herbazal denso arbolado	2	1261085	916556
	4	1260324	917503
	5	1262465	917734
	8	1263313	920774
	13	1264483	918351
	16	1261759	914322
	18	1264996	922286
	25	1266085	921364

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2011

Es de anotar que se levantaron en el área de influencia directa 16 parcelas de Bosque de galería, cinco parcelas de vegetación secundaria alta y ocho parcelas de herbazal denso arbolado. De igual forma se levantaron parcelas de muestreo en el herbazal denso donde se caracterizó las gramíneas, herbáceas y leñosas presentes, pero dado su homogeneidad se realizaron pocas unidades.

### **Composición florística**

Para la cobertura de bosque de galería se registraron 65 especies de 28 familias, se destaca la familia Leguminosae con el 12,3% del total de especies, Aracaceae con un 10,8%. Es de anotar que no se identificaron seis especies por falta de material reproductivo de la muestra, se dejó en morfoespecie.

De los datos anteriormente relacionados se concluye que es un bosque de galería con diversidad y heterogeneidad dada la cantidad de especies.

Para la cobertura de Vegetación secundaria alta se registraron 40 especies de 21 familias, se destaca la familia Leguminosae con un 12,5% del total de especies, las familias Euphorbiaceae, Melastomataceae y Lauraceae con un 7,5% del total de especies cada una. Es de anotar que no se identificaron tres especies por falta de material reproductivo en la muestra, se dejaron como morfoespecies.

De los datos anteriores se concluye que la cobertura de Vegetación secundaria alta presenta alta diversidad y heterogeneidad dada la cantidad de especies.

Para la cobertura de herbazales densos arbolados se registraron 25 especies de 18 familias, se destaca la familia Leguminosae con el 16% del total de especies, así mismo Meliaceae, Lecythidaceae y Bignoniaceae con el 8%, del total cada una. Es de anotar que no se identificaron dos especies por falta de material reproductivo en la muestra se dejaron como morfoespecies.

### **Análisis estructural**

Para el bosque de galería Bosque de galería (Bg), se definieron cuatro estratos en el bosque de galería tomando como modelo los estipulados por Rangel & Velásquez 1997: Estrato arbóreo superior, medio e inferior y un estrato arbustivo, los cuales se presentan en la Tabla 11.

**Tabla 11 Clases de estrato fustales bosque de galería en Campo Arauca**

Existencias por clases de estratos				
Clases de estratos	Arbustivo	Arbóreo inferior	Arbóreo medio	Arbóreo superior
	(0 -5 m )	(5,1-12 m)	(12,1-24 m)	(>24 m)
No. arboles	2	225	501	0

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2011

Para la Vegetación secundaria alta (Vsa), se presenta las alturas según los estratos propuestos para esta cobertura **Tabla 12**.

**Tabla 12 Clases de estrato fustales Vegetación secundaria alta (Vsa) en Campo Arauca**

Existencias por clases de estratos				
Clases de estratos	Arbustivo	Arbóreo inferior	Arbóreo medio	Arbóreo superior
	(0 -5 m )	(5,1-12 m)	(12,1-24 m)	(>24 m)
No. arboles	0	85	130	1

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2011

Para la cobertura de Herbazal denso Arbolado (Hzd): Se presenta las alturas según los estratos propuestos para esta cobertura (Tabla 13).

**Tabla 13 Clases de estrato fustales Herbazal denso Arbolado (Hzd) en Campo Arauca**

Existencias por clases de estratos				
Clases de estratos	Arbustivo	Arbóreo inferior	Arbóreo medio	Arbóreo superior
	(0 -5 m )	(5,1-12 m)	(12,1-24 m)	(>24 m)
No. arboles	9	31	33	0

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2011

### 3.3.3.2 Comunidad de epifitas

#### Epifitas vasculares

Se registran 69 especies de plantas vasculares, distribuidas en 55 géneros y 38 familias; 36 especies correspondieron a epifitas vasculares (28 de ellas presentes en los transectos y 33 especies correspondieron a los forófitos que se escogieron para tomar las muestras (Tabla 14).

**Tabla 14 Especies de epifitas vasculares y su estado de conservación en Campo Arauca**

Familia	Nombre científico	Estado de conservación	Nombre común
Araceae	<i>Anthurium friedrichsthalii</i> Schott	No registra	
	<i>Monstera adansonii</i> Schott	No registra	
	<i>Monstera dubia</i> (Kunth) Engl. & K. Krause	No registra	
	<i>Philodendron barrosoanum</i> G.S. Bunting	No registra	
	<i>Philodendron ernestii</i> Engl.	No registra	
	<i>Philodendron ornatum</i> Schott	No registra	
	<i>Philodendron revillanum</i> Croat	No registra	
	<i>Rhodospatha latifolia</i> Poepp.	No registra	
	<i>Syngonium</i> sp.	No registra	
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia acutifolia</i> Duch.	No registra	
Bignoniaceae	<i>Mansoakerere</i> (Aubl.) A.H. Gentry	No registra	
Bromeliaceae	<i>Aechmea angustifolia</i> Poepp. & Endl.	Preocupación menor	

Familia	Nombre científico	Estado de conservación	Nombre común
	<i>Tillandsia aff. fasciculata</i> Sw.	Preocupación menor	Piñón
	<i>Vriesea incurva</i> (Griseb.) Read	Preocupación menor	
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S. Muell.) Stearn	CITES Apéndice II	
Commelinaceae	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Brenan	No registra	
Convolvulaceae	<i>Dicranostyles</i> sp.	No registra	
	<i>Merremia macrocalyx</i> (P.J. Bergius) Rusby	No registra	
Cucurbitaceae	<i>Gurania</i> sp.	No registra	
Dilleniaceae	<i>Dolioscarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	No registra	Bejuco Chaparo, Manteco
Dryopteridaceae	<i>Bolbitis serratifolia</i> (Mert. ex Kaulf.) Schott	No registra	
	<i>Olfersia cervina</i> (L.) Kunze	No registra	
	<i>Polybotrya</i> sp.	No registra	Helecho cortina
Fabaceae	<i>Machaerium inundatum</i> (Mart. ex Benth.) Ducke	No registra	
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> sp.	No registra	
Moraceae	<i>Ficus aff. guianensis</i> Desv. Ex Ham.	No registra	Mata palo
Orchidaceae	<i>Cyrtopodium cristatum</i> Lindl.	CITES Apéndice II	
	<i>Dimerandra emarginata</i> (G. Mey.) Hoehne	CITES Apéndice II	
	<i>Epidendron</i> sp.	No registra	
	<i>Polycychnis</i> sp.	CITES Apéndice II	
	<i>Prosthechea chacaoensis</i> (Rchb. f.) W.E. Higgins	CITES Apéndice II	
Passifloraceae	<i>Passiflora securiclatra</i> Mast.	Preocupación menor*	
Piperaceae	<i>Peperomia circinnata</i> link	No registra	
Polypodiaceae	<i>Pecluma plumula</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.G. Price	No registra	
	<i>Microgramma reptans</i> (Cav.) A.R. Sm.	No registra	Helecho rabo de mono
Dioscoriaceae	<i>Dioscorea altissima</i> Lam.	No registra	

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2011

El mayor número de epífitas vasculares se registró en el transecto siete con 11 especies, seguido del transecto dos con diez especies y uno con nueve especies, ubicados en la cobertura de bosque de galería (Bg). Los transectos tres y cinco se ubicaron también en bosques de galería y registraron siete y cinco especies respectivamente. Los transectos cuatro y seis fueron realizados en la cobertura de vegetación secundaria o en transición (Vsa), y registraron seis y cinco especies respectivamente.

Dada la homogeneidad de las plantas y el tamaño de los relictos, para los transectos cuatro, cinco y seis sólo se registraron cuatro forófitos por cobertura, por ello, fueron los transectos con menor número de especies.

Las familias de epífitas vasculares con mayor número de especies fueron Araceae (9), seguida de Orchidaceae (4), Bromeliaceae (3) y Dryopteridaceae (3), las demás familias estuvieron representadas por una o dos especies. En lo referente a las familias de los forófitos, las familias con mayor número de especies fueron Moraceae y Lauraceae con tres especies cada una.

### Epifitas no vasculares

Para las epifitas no vasculares se registraron 24 especies de plantas, distribuidas en 14 géneros y 14 familias (Tabla 15). Seis de las 24 especies correspondieron a musgos, mientras que las 18 restantes fueron líquenes.

**Tabla 15 Especies de epifitas no vasculares y su grado de amenaza en Campo Arauca**

Familia	Especie	Tipo	Grado de amenaza
Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i> G. Thor	Liquen	No registra
	<i>Cryptothecia</i> sp1	Liquen	2 especies en estado critico (CR)
	<i>Cryptothecia</i> sp2	Liquen	2 especies en estado critico (CR)
Bryaceae	<i>Bryum</i> sp.	Musgo	4 especies en estado critico (CR)
Cladoniaceae	<i>Cladonia aff. corniocraea</i> Ahti & Kashiw.	Liquen	No registra
	<i>Cladonia</i> sp.	Liquen	10 especies en estado critico (CR)
Collembataceae	<i>Leptogium</i> sp.	Liquen	5 especies en estado critico (CR)
Graphidaceae	<i>Graphis</i> sp.	Liquen	9 especies en estado critico (CR)
	N.N.	Liquen	9 especies en estado critico (CR)
	N.N.	Liquen	9 especies en estado critico (CR)
Gyalectaceae	<i>Coenogonium</i> sp.	Liquen	2 especies en estado critico (CR)
Lejeuneaceae	N.N.	Hepática	las especies de este genero aun no se han catalogado
	<i>Lejeunea</i> sp.	Hepática	Las especies de este genero aun no se han catalogado
Neckeraceae	<i>Neckeropsis undata</i> (hedw.) reichardt	Musgo	Las especies de este genero aun no se han catalogado
	<i>Neckera</i> sp.	Musgo	1 especie en estado vulnerable (VU)
Octoblepharaceae	<i>Octoblepharum</i> sp1	Musgo	Las especies de este genero aun no se han catalogado
	<i>Octoblepharum</i> sp2	Musgo	Las especies de este genero aun no se han catalogado
	<i>Octoblepharum</i> sp3	Musgo	Las especies de este genero aun no se han catalogado
Pertusariaceae	<i>Pertusaria</i> sp.	Liquen	15 especies en estado critico (CR)
Physciaceae	<i>Physcia</i> sp.	Liquen	4 especies en estado critico (CR)
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i> sp.	Hepática	Las especies de este genero aun no se han catalogado
Porinaceae	<i>Porina</i> sp 1.	Liquen	Las especies de este genero aun no se han catalogado
	<i>Porina</i> sp 2	Liquen	Las especies de este genero aun no se han catalogado

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2011

El mayor número de epifitas no vasculares se registró en el transecto tres con 13 especies, seguido del transecto dos con nueve especies y los transectos uno y seis (equivalente al siete en los transectos de vasculares) con siete especies cada uno. Los cuatro transectos se ubicaron en la cobertura de bosque de galería, los transectos cuatro y cinco estuvieron representados con dos y tres especies respectivamente, estando el primer transecto en la cobertura bosque de galería y el segundo en la cobertura de vegetación secundaria o en transición.

### 3.3.3.3 Fauna silvestre

#### Diversidad y composición de la fauna local para Campo Arauca

Como parte de la fase de campo, se registraron de manera directa un total de 213 especies de los cuatro grupos (Tabla 16). Las 152 especies de aves registradas corresponden al 44,8% de la avifauna de la Orinoquía. Se registraron 35 especies de mamíferos, que representan el 26,5% de la fauna regional y el 7,8% de la nacional. Para la herpetofauna se encontraron 11 especies de anfibios de cuatro familias del orden Anura, con lo que se tiene una representatividad del 27,5% respecto al total de especies de anfibios reportadas para la región de Arauca.

**Tabla 16 Riqueza de especies de vertebrados tetrápodos área de Campo Arauca**

Grupo	Número de especies			% de Representatividad	
	Colombia	Orinoquia	Campo Arauca	Nivel nacional	Regional
Anfibios	753	40	11	1.5	27.5
Reptiles	589	148	15	2.5	10.1
Aves	1880	339	152	8.1	44.8
Mamíferos	447	132	35	7.8	26.5
<b>Total</b>	<b>3669</b>	<b>659</b>	<b>213</b>	<b>5.8</b>	<b>32.3</b>

Fuentes: Acosta 2008, DeFler & Rodríguez 1998, Donegan et al. 2010, Ferrer et al. 2009, McMullan et al. 2010, McNish 2007, Rodríguez-Mahecha et al. 2006, Romero et al. 2009, Rueda-Almonacid et al. 2004, Salaman et al. 2009, Vélez 2006 / Adaptado ACI Proyectos S.A. 2012.

Con el esfuerzo y éxito de muestreo obtenido, en el AID se evidenció la presencia de 11 especies de anfibios, pertenecientes a cuatro Familias, todas del Orden Anura, siendo consideradas especies comunes y de amplia distribución.

Así como ocurre con los anfibios de probable ocurrencia, las Familias Hylidae y Leptodactylidae son las más representativas en el AID porque aportan el mayor número de especies. Sobresalen por su abundancia absoluta las ranas de la familia Hylidae como las “Ranas plataneras” (*Hypsiboas punctatus*), (*Hypsiboas crepitans*) con 10 y 8 individuos, respectivamente y la “Rana” (*Scarthyia vigilans*) con siete individuos.

Con el esfuerzo y éxito de muestreo obtenido para el área de influencia directa (AID) del Campo Arauca, se evidenció la presencia de 15 especies de reptiles, pertenecientes a tres Ordenes (Testudinata, Crocodylia y Squamata) y 11 Familias, equivalente al 10,1% de las especies de probable ocurrencia en el AII.

El orden mejor representado dentro de los registros directos es el Squamata con 12 de las 15 especies reportadas, el orden Testudinata presentó dos especies y Crocodylia una especie. Entre estas, la especie más abundante fue *Iguana iguana* con seis individuos, seguida de *Podocnemis expansa* con cinco individuos), abundancia que se debe principalmente a que estas dos especies suelen encontrarse en grupos asociados al mismo árbol o cuerpo de agua.

Con el esfuerzo de muestreo realizado tanto en los puntos fijos de observación como con recorridos, se registró de manera directa la presencia de 152 especies de aves pertenecientes a 44 Familias y 21 órdenes equivalentes al 44,8% de las de probable ocurrencia en el AII. Se registraron por medio de las observaciones en transectos y casuales 144 especies, por entrevistas 6 especies y por registros auditivos tres especies.

En términos de composición el orden mejor representado es el de los Passeriformes (40,1%) al igual que en el AII. En su mayoría son aves que consumen insectos y frutos y que presentan hábitos de silvícola-zona abierta y de zona abierta. Dentro de estas se encuentra el “Güitio de cejas blancas” *Cranioleuca vulpina*.

Con los esfuerzos, éxitos de muestreo y las encuestas realizadas a los pobladores, se registró la presencia de 35 especies pertenecientes a 22 familias y 10 órdenes. Tal riqueza corresponde al 26,5% de las especies que pueden estar en el área de influencia indirecta (132 especies).

La mayor riqueza de las especies reportadas se obtuvo en el orden Carnívora con el 20% (siete especies), dentro del cual se observaron rastros de especies como el “Ocelote” (*Leopardus cf. pardalis*) y el “Zorro” (*Cerdocyon thous*).

### **Relaciones funcionales**

Todas las especies de anfibios con posible presencia en la región (All) se alimentan de insectos en proporciones y tipos diferentes. Estas especies son consideradas importantes controladores poblacionales de insectos, consumiendo grandes cantidades cada noche. Debido a que este recurso alimentario es altamente abundante, diferentes especies de anfibios con abundantes poblaciones, pueden ser mantenidas sin exceder la capacidad de carga de sus microhábitats.

Seis de las 15 especies de reptiles registradas directamente pertenecen al gremio de los Carnívoros lo que equivale al 40% de la representatividad de gremios como la “Serpiente ojo de Gato” (*Leptodeira septentrionalis*), que se alimenta principalmente de ranas, sapos y lagartijas, huevos de ranas *Agalychnis* e inclusive de roedores juveniles, los cuales encuentra en bosques y áreas abiertas.

Las aves registradas en el AID demuestran una gran variedad de dietas que van desde frutos, néctar y semillas hasta insectos, vertebrados y carroña. Algunas de las especies se clasificaron dentro de una sola dieta y otras en una combinación de dos o más. Por ejemplo: semillas-frutos o insectos-vertebrados. Se clasificó como omnívoro a aquellas aves que consumen tres o más tipos de alimento. La dieta asignada a cada especie corresponde a la de su preferencia, lo cual no significa que sea el único alimento que pueda llegar a consumir.

Las aves que consumen insectos presentan la mayor riqueza de especies (37,5%), ya sea como alimento principal (28,9%) o en combinación con otros tipos de alimento como vertebrados (4,6%), frutos (3,3%) y plantas (0,7%). La segunda dieta más representativa entre las aves del AID es la de vertebrados (24,3%). El 19,7% lo consumen como dieta principal y el restante 4,6% lo combina con una dieta de insectos. Tales especies en su mayoría hacen uso de áreas abiertas o cercanas a cuerpos de agua.

La tercera dieta más representativa es la de semillas con 22,4%, de los cuales un 14,5% se alimenta principalmente de estas y el 7,9% lo combina con el consumo de frutos. Debido a la amplia cobertura de pastizales en el AID, la oferta alimentaria también lo es y las especies que consumen este tipo de alimento se ven altamente favorecidos (Amado-Sánchez 1998). Además, muchas especies presentan un comportamiento oportunista al no discriminar por tamaño ni taxonomía de la oferta alimentaria, como en el caso de las tortolitas y algunas torcazas (Pérez *et al.* 2001).

Los mamíferos reportados de manera directa se pueden agrupar en seis gremios alimentarios: Omnívoros, Herbívoros, Carnívoros, Insectívoros, Frugívoros y Hematófagos. Los omnívoros, aportaron la mayor representatividad al muestreo con el 31,4% de especies. El siguiente gremio mejor representado es el de los folívoros (20%) con representantes como el “Mono aullador” (*Alouatta seniculus*), que se alimenta de hojas y frutos y los venados (*Odocoileus virginianus*) y (*Mazama* sp.) que se alimentan principalmente de gramíneas. Estas dos últimas especies hacen parte de la base de la cadena trófica siendo consumidores primarios.

Las especies pertenecientes a los gremios insectívoros y frugívoros (17,1% cada uno) tienen una gran importancia ecológica que beneficia a los seres humanos. Los insectívoros, son importantes controladores de insectos plaga que invaden los cultivos y pueden afectar la salud humana y los frugívoros dispersan las semillas, asegurando la colonización vegetal de nuevas áreas. El gremio de los insectívoros, está representado por especies de las ordenes Pilosa, Cingulata y Chiroptera.

Seis de las 11 especies de anfibios están asociadas tanto a cuerpos de agua como a áreas abiertas y/o bosques de galería, dentro de estas se encuentran las “Ranas” (*Rhinella granulosa*), (*Hypsiboas crepitans*) y (*Leptodactylus mystaceus*), esta última es una especie de hábitos generalistas, que se ha asociado tanto a áreas abiertas como a bosques de galería e incluso dentro de las viviendas de los pobladores; la especie (*Engystomops pustulosus*) está asociada a bosques de galería y áreas abiertas asociadas a cuerpos de agua.

El 40% de las especies de reptiles usan diferentes tipos de hábitats como el “Lobito” (*Cnemidophorus lemniscatus*), se pueden encontrar en áreas con vegetación achaparrada la cual les sirve muy bien de refugio, en áreas abiertas como pastizales o sabanas en donde se les ve generalmente expuestos a los rayos solares y en zonas de cultivo en donde aprovechan la oferta de insectos como presas.

En cuanto a los hábitos de vida de las aves se encontró que hay siete tipos: acuático, eurítipico, silvícola, zona abierta y las combinaciones: silvícola-zona abierta, zona abierta-acuático y silvícola-acuático (Anexo Fauna 3.4). La mayoría de las aves (46 especies en 18 familias) presenta el hábito de silvícola-zona abierta (28,9%).

Muchas especies de aves de este grupo fluctúan entre el bosque y el borde del mismo en busca de la oferta alimentaria de flores, frutos e insectos que suele ser mayor en el borde (Castaño-Villa y Patiño-Zabala 2007, Naranjo y Chacón de Ulloa 1997). Además muchas usan los bosques como refugio o como lugares de anidación, mientras que su actividad de forrajeo la llevan a cabo en zonas abiertas. Las familias con mayores representantes en este hábito son Tyrannidae (atrapamoscas), Picidae (carpinteros), Icteridae (arrendajos y oropéndolas), Trochilidae (colibríes), entre otras.

El segundo hábito más común es el de zona abierta 27,6% con 21 familias y 42 especies. Allí se encuentran aves de la familia Emberizidae (gorriones y copetones), Columbidae (palomas y torcazas), Hirundinidae (golondrinas), Icteridae (toches, arrendajos), Troglodytidae, Ardeidae (garzas), entre otras.

Los hábitos de vida para el grupo los mamíferos que frecuentan el área, de acuerdo con los recursos ofertados (alimento, refugio, percha, parejas), se pueden agrupar en varias categorías: terrestres, aéreos, arborícolas, acuáticos, semiacuáticos y semiarborícolas, usando así, de manera diferencial los hábitats disponibles.

El hábito mejor representado es el de los terrestres con el 51,4% del total, con órdenes diversos como los Carnivora (cinco especies) y Artiodactyla (cuatro especies). Las especies de hábito terrestre pueden utilizar un mayor número de hábitats en contraste con especies semiarborícolas, que depende más de la presencia de coberturas boscosas. En segundo y tercer lugar están los aéreos con el 17,1% y los semiarborícolas con el 11,4% del total registrado.

### **Especies con categorías de amenaza**

Las dos especies de tortugas que se reportaron durante la fase de campo se encuentran en peligro crítico de extinción (CR) de acuerdo con las categorías de amenaza propuestas por la IUCN y avaladas por la Resolución 383 de 2010 del MADST. La primera de ellas, *Chelonoidis carbonaria*, corresponde a una tortuga terrestre de amplia distribución en tierras bajas, pero se encuentra en esta categoría de amenaza debido a que sus poblaciones se han disminuido dramáticamente por razones comerciales, alimenticias y culturales.

La otra especie de tortuga corresponde a *Podocnemis expansa*, la tortuga más grande de América que precisamente por su gran tamaño y lo numeroso de sus huevos es un apetecido recurso gastronómico, además sus crías son capturadas sistemáticamente para ser comercializadas como mascotas en el mercado ilegal.

### 3.3.3.4 Hidrobiología

En el área del Campo Arauca se muestrearon 12 cuerpos de agua; 10 loticos y dos lenticos.

#### Sistemas lóticos

- Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica en los puntos lóticos estuvo representada por cuatro grupos axonómicos las divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta y Euglenophycota y por el phylum Cyanophycota, dentro de los cuales las más abundantes pertenecen al grupo de las Diatomeas o Bacillariophyta, con un valor de 2,189 Ind/ml, con mayor representatividad en el sistema Banadía aguas arriba.

En términos de abundancia el siguiente grupo fue el Phylum de las algas verde azules con un valor de 0,649 Ind/ml, seguidos muy de cerca por las algas verdes o Chlorophyta con 0,635 Ind/ ml, finalmente la división Euglenophycota con un valor de 0,17 Ind/ ml. El caño Perro de Agua, fue el punto más abundante para el phylum Cyanophycota, dentro de las algas verdes el punto más abundante fue Caño Café con 0,396 de abundancia relativa, siendo el más abundante para la división Euglenophycota.

Los sistemas con mayor número de taxa registradas fueron caño El Tigre y Caño Café con 10 y 13 taxa respectivamente, con representantes como *Navicula sp.*, *Cyclotella sp.*, *Phacus sp.*, *Spirogyra sp.*, *Oedogonium sp.*, *Closterium sp.*, *Desmidium sp.*, *Gonatozygon sp.*, *Trachelomonas sp.*, entre otras las cuales en el ensamblaje que conforman indican aguas con contaminación media a intensa que presentan tendencia a la eutrofia, con sedimentos y conductividad altas, para estas especies se ha registrado también que toleran la contaminación por pesticidas (Pinilla 2000; Streble y Krauter 1987).

De acuerdo con los índices de contaminación ICO`s los sistemas lóticos se encuentran en estado eutrófico, con un ICOTRO entre 0,02 y 1,00 congruente con lo obtenido en el análisis de bioindicación. Es posible asumir que los factores limitantes en estos cuerpos de agua son propiedades físicas propias del sistema, que direccionan la biota hacia especies asociadas a niveles elevados de nutrientes, producto de procesos de descomposición de material orgánico.

Según el ICOSUS, ICOMI e ICOMO los valores fueron bajos y muy bajos, lo cual indica poca turbidez en los sistemas, baja contaminación por procesos alóctonos y baja acumulación de materia orgánica, esto debido a procesos de corriente y movimiento de masas por corrientes. Además que la vegetación propia de estos lugares es tipo pastizal en la mayoría lo cual no indica desprendimiento u acumulación causada por este factor.

Las condiciones reportadas por los ICO`s indican un buen funcionamiento en los diferentes cuerpos de agua ya que proporcionan condiciones óptimas para el desarrollo como por ejemplo incidencia lumínica, concentración de oxígeno y cantidad de nutrientes disponibles.

- Zooplancton

En este monitoreo para la comunidad zooplanctónica se reportaron organismos como *Lecane sp.*, *Alona sp.*, *Adineta sp.* y *Arcella hemisphaerica*, organismos que pertenecen a las clases Branchiopoda, Eurotatoria (Rotíferos) y Lobosa. Los rotíferos exhiben una gran diversidad en sistemas de agua dulce precisamente porque el origen de los mismos es dulceacuícola y raras veces se halla en ambientes marinos, son considerados omnívoros que incluso llegan a alimentarse de organismos de la misma especie (canibalismo), han sido asociados a lugares que presentan contaminación moderada y se reconoce que estos solo dominan bajo condiciones eutróficas (Roldan y Ramírez, 2008; Pinilla, 2000; Streble y Krauter, 1987).

- Bentos

La comunidad bentónica en los sistemas lóticos estuvo conformada por organismos de las clases Insecta, Clitellata, Arachnida y Malacostraca además de la presencia del phylum Nemata, con una abundancia total de 697 Ind/m<sup>2</sup>, dentro de los cuales 533,1 Ind/m<sup>2</sup> pertenecen a la clase Insecta, 141,8 Ind/m<sup>2</sup> a la clase Clitellata, 17,7 Ind/m<sup>2</sup> al phylum Nemata y con 2,2 Ind/m<sup>2</sup> a las clases Arachnida y Malacostraca.

El sistema más abundante para la clase Insecta fue caño El Tigre con un valor de 122,3 Ind/m<sup>2</sup> aunque esta clase estuvo presente en todos los cuerpos de agua, la clase Clitellata estuvo presente en nueve de los doce puntos, siendo más abundante en el caño La Pava con 46,6 Ind/m<sup>2</sup> el phylum Nemata fue más abundante en el caño Perro de Agua con 6,7 Ind/m<sup>2</sup>.

Teniendo en cuenta la riqueza de los organismos en esta comunidad, los de mayor taxa registrados fueron los pertenecientes a la clase Insecta, con 47 taxa reportados de individuos como *Baetodes sp*, *Baetis sp*, *Procladius sp*, *Heterelmis sp*, Chironominae (M10) y Libellulidae (M14), entre otros. Por el contrario las clases de menor riqueza fueron Arachnida y Malacostraca con un taxa por grupo. Registrados en Banadía aguas arriba y Caño Claro escuela respectivamente.

Respecto a los índices de contaminación, se obtuvo que los sistemas lóticos se encuentren en un estado eutrófico, congruente con lo obtenido en el análisis de bioindicación. Es posible asumir que los factores limitantes en este cuerpo de agua son propiedades físicas propias de los sistemas, que direccionan la biota hacia especies asociadas a niveles elevados de nutrientes, producto de procesos de descomposición de material orgánico propios de sistemas lóticos, al existir ausencia de productores primarios y bajo potencial de re oxigenación, lo cual conlleva a condiciones de anoxia en las capas más profundas elevando la concentración de nutrientes y producción de gases como metano y ácido sulfhídrico (Ramírez y Viña 1998).

- Perifiton

En las muestras analizadas de microalgas perifíticas se identificaron 34 taxa agrupadas en las divisiones Chlorophyta (274,2 Ind/cm<sup>2</sup>), Bacillariophyta (798,6 Ind/cm<sup>2</sup>), Euglenophycota (14,1 Ind/cm<sup>2</sup>), Rhodophyta (24,3 Ind/cm<sup>2</sup>) y el phylum Cyanophycota (96,5 Ind/cm<sup>2</sup>), donde el grupo con mayor densidad fueron las diatomeas (Bacillariophyta), presentando un aporte de algas del 66,1 %, seguidas de las algas verde (Chlorophyta) con un aporte del 22,7 %.

Al interior de cada punto monitoreado la mayor abundancia de organismos fue de la división Bacillariophyta, seguida de las algas verde, donde las diatomeas fueron las más abundantes en todos los sitios a excepción de los puntos Caño Café y Banadía aguas abajo en los que las algas verdes fueron dominantes, además en los sitios Caño Claro Escuela y caño El Tigre no se reportaron Bacillariophyta. El punto con mayor abundancia fue Dorado Madre Vieja (423,6 Ind/cm<sup>2</sup>) y la menor densidad se registró en el sitio caño El Tigre (4,8 Ind/cm<sup>2</sup>).

Los índices de contaminación trófica (ICOTRO) ratifican el estado de eutrofia de los sistemas, calificando todos los cuerpos de agua como eutróficos; el índice ICOMO (índice de contaminación por materia orgánica) identifica la carga orgánica de los puntos valorizando la contaminación entre los niveles muy bajo a medio, donde el valor más alto se presentó en el punto Caño Claro escuela presentando una contaminación media en sus aguas. Finalmente los índices ICOMI (índice de contaminación por mineralización) e ICOSUS (contaminación por sólidos suspendidos), reportaron niveles muy bajos, a excepción del punto Madre Vieja aguas arriba que presentó una contaminación baja en el índice contaminación por sólidos suspendidos.

Las poblaciones de microalgas de la comunidad de perifiton encontradas en los puntos de monitoreo ratifican los estados tróficos reportados en los índices de contaminación (ICOTRO), en

los cuales las especies identificadas son características de aguas mesotróficas a eutróficas, donde unas de las especies frecuentes en casi todo los puntos fueron *Navicula* sp y *Nitzschia* sp., especies que tienen preferencia por aguas con sedimentos y son indicadoras mesotrofia.

### **Sistemas lenticos**

#### ▪ Fitoplancton

Esta comunidad microalgal estuvo conformada por un total de 2,755 Ind/mL, correspondiente a la identificación de microalgas representantes de las divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophycota y el phylum Cyanophycota. La división Euglenophycota fue la encargada de registrar el valor más alto de abundancia (1,595 Ind/mL), razón por lo cual es considerada la más relevante para esta comunidad.

En segundo lugar se posicionó el grupo conformado por diatomeas (división Bacillariophyta), exhibiendo un valor de abundancia igual a 0,702 Ind/mL, en este punto del análisis es pertinente resaltar que se presentó dominancia por parte de las diatomeas en general, ya que el segundo grupo más abundante (clorófitas), no obtuvo ni la mitad del valor de abundancia descrito para la división Bacillariophyta.

Los índices de contaminación exhibieron correlación con lo registrado por la bioindicación e índices ecológicos, conformando un grupo con patrones y tendencias comunes. Se determinó que la influencia producida por mineralización para ambos sistemas fue muy baja (ICOMI=0,009-0,022), característica congruente con la contaminación producida por sólidos suspendidos (ICOSUS), registrando valores entre 0,049 y 0,151. En relación al estado trófico, ambos puntos de monitoreo según el ICOTRO, evidenciaron cuerpos de agua eutróficos.

Respecto a la contaminación determinada por la presencia de materia orgánica (ICOMO), se observó un aumento leve categorizándola como contaminación baja (ICOMO=0,273-0,281), la cual fue influenciada principalmente para el sistema léntico 1 por un valor alto en la demanda bioquímica de oxígeno y un porcentaje aceptable de saturación de oxígeno, mientras que el sistema léntico 2 por su parte también exhibió contaminación baja por materia orgánica (ICOMO=0,237).

#### ▪ Zooplancton

Este ensamblaje estuvo compuesta por un total de 0,0130 Ind/mL, correspondiente a la identificación de microorganismos representantes de las clases Lobosa, Maxillopoda y Branchipoda. La clase Lobosa fue la encargada de registrar el valor más alto de abundancia (0,0093 Ind/mL), razón por lo cual es considerada la más relevante para esta comunidad. Seguida por el grupo conformado la clase Maxillopoda, la cual exhibió un valor de abundancia igual a 0,0028 Ind/mL. Por su parte la clase Branchiopoda registró el valor más bajo de abundancia para este análisis (0,0009 Ind/mL).

Los índices de contaminación exhibieron correlación con lo registrado por la bioindicación e índices ecológicos, conformando un grupo con patrones y tendencias comunes. Se determinó que la influencia producida por mineralización para ambos sistemas fue muy baja (ICOMI=0,009-0,022), característica congruente con la contaminación producida por sólidos suspendidos (ICOSUS), registrando valores entre 0,049 y 0,151.

#### ▪ Bentos

En relación al estado trófico, ambos puntos de monitoreo según el ICOTRO, evidenciaron cuerpos de agua eutróficos. Respecto a la contaminación determinada por la presencia de materia orgánica (ICOMO), se observó un aumento leve categorizándola como contaminación baja (ICOMO=0,273-

0,281), la cual fue influenciada principalmente para el sistema léntico 1 por un valor alto en la demanda bioquímica de oxígeno y un porcentaje aceptable de saturación de oxígeno, mientras que el sistema léntico 2 por su parte también exhibió contaminación baja por materia orgánica (ICOMO=0,237).

Este ensamblaje estuvo conformado por macroinvertebrados pertenecientes a las clases Insecta, Clitellata y el phylum Nemata, registrando una abundancia total de 380,7 Ind/m<sup>2</sup>. La clase Insecta fue el grupo que reportó el valor más alto de abundancia (309,6 Ind/m<sup>2</sup>), seguido por el grupo constituido por nematodos, el cual exhibió un valor igual a 46,7 Ind/m<sup>2</sup>, mientras que a clase Clitellata fue el grupo que registró el valor más bajo de abundancia para esta comunidad (24,4 Ind/m<sup>2</sup>).

Los índices de contaminación exhibieron correlación con lo registrado por la bioindicación e índices ecológicos, conformando un grupo con patrones y tendencias comunes. Se determinó que la influencia producida por mineralización para ambos sistemas fue muy baja (ICOMI=0,009-0,022), característica congruente con la contaminación producida por sólidos suspendidos (ICOSUS), registrando valores entre 0,049 y 0,151. En relación al estado trófico, ambos puntos de monitoreo según el ICOTRO, evidenciaron cuerpos de agua eutróficos.

Respecto a la contaminación determinada por la presencia de materia orgánica (ICOMO), se observó un aumento leve categorizándola como contaminación baja (ICOMO=0,273-0,281), la cual fue influenciada principalmente para el sistema léntico 1 por un valor alto en la demanda bioquímica de oxígeno y un porcentaje aceptable de saturación de oxígeno, mientras que el sistema léntico 2 por su parte también exhibió contaminación baja por materia orgánica (ICOMO=0,237).

- Perifiton

La comunidad perifítica en los sistemas lénticos estuvo representada por cuatro grupos taxonómicos, tres divisiones Bacillariophyta, Chlorophyta y Euglenophycota y por el phylum Cyanophycota reportando una abundancia total de 613,6 Ind/cm<sup>2</sup> donde el grupo más abundante fue el phylum de las algas verde azules con 306,8 Ind/cm<sup>2</sup> seguido por las diatomeas o Bacilariofitas con 175 Ind/cm<sup>2</sup> en un menor rango de abundancia se encuentra la división Euglenophycota con 75,8 Ind/cm<sup>2</sup> finalmente el grupo menos abundante fue el de las algas verdes u Clorófitas con 56 Ind/cm<sup>2</sup>.

Según los índices de contaminación ICO's los sistemas lénticos se encuentran en un estado eutrófico con un ICOTRO de 0,099 y 0,105 lo cual indica contaminación por materia orgánica producto de la presencia de basta vegetación sumergida y factores alóctonos que incrementan la concentración de nutrientes en estos cuerpos de agua

Se registraron valores bajos para los incides ICOMI y ICOSUS, lo que se ve reflejado con la presencia de los diferentes organismos en esta comunidad, al ser la mayoría de aguas turbulentas y de mezcla, para el ICOMO se registraron valores muy bajos lo cual no concuerda con lo previamente establecido por la bioindicación en estos sistema, esto quizá desviado por la presencia de coliformes totales ya que en las zonas aledañas se encuentra ganado que afecta directamente los cuerpos de agua.

### **3.3.4 Medio socioeconómico**

#### **3.3.4.1 Área de influencia directa**

Se estableció como área de influencia directa (AID), las unidades territoriales descritas en la Tabla 17, teniendo en cuenta que las comunidades asentadas en su territorio, pueden verse afectadas

directamente, por el desarrollo de las actividades del proyecto. (**Anexo Cartográfico, Mapa de áreas de Influencia directa e indirecta en Campo Arauca**).

**Tabla 17 Áreas de influencia indirecta y directa del proyecto Campo Arauca**

Departamento	Municipio área de influencia Indirecta (AI)	Comunidades área de influencia Directa (AID)
Arauca	Saravena	1. Bajo Banadía
		2. Banadía 2
		3. Banadía Medio
		4. Bello Horizonte
		5. Charo Centro
		6. Caño Claro
		7. Caño Rojo
		8. Charo Alto
		9. Charo Centro 2
		10. El Consuelo
		11. El Dique
		12. La Palma
		13. Madrevieja
		14. Puerto Arturo
		15. Rancho Pilón
		16. San Rafael de Banadía
		17. Vías
		18. Vereda puerto Nariño
		19. Zona Rural adscrita a la cabecera municipal de Saravena

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2012.

### 3.3.4.2 Dimensión demográfica

La distribución de la población en el municipio de Saravena, por edades indica que el mayor porcentaje se ubica dentro de los 15 a 44 años, como se ve en la Tabla 18. Los desplazados, no se han contabilizado formalmente por efectos de transferencias y recursos al municipio, pero informalmente se estiman en 53.000.

**Tabla 18 Población por sexo y grupos etáreos - Saravena 2005**

Edad	Mujeres	%	Hombres	%	Total	%
< 1 año	640	1,31	613	1,26	1.253	2,57
1	598	1,23	565	1,16	1.162	2,39
2	747	1,53	740	1,52	1.487	3,05
3	782	1,61	740	1,52	1.522	3,12
4	772	1,58	737	1,51	1.509	3,10
5-9	3.375	6,93	3359	6,90	6.735	13,83
10-14	3.234	6,24	3097	6,36	6.331	13,00
15-19	2.516	5,16	2566	5,27	5.082	10,43
20-24	2.190	4,50	2394	4,91	4.584	9,41
25-29	2.050	4,21	2176	4,47	4.225	8,67
30-34	1.951	4,01	1785	3,66	3.736	7,67
35-39	1.567	3,22	1363	2,80	2.929	6,01
40-44	1.240	2,54	957	1,97	2.197	4,51
45-49	924	1,90	714	1,47	1.638	3,36

Edad	Mujeres	%	Hombres	%	Total	%
50-54	766	1,57	595	1,22	1.361	2,79
55-59	522	1,07	375	0,77	898	1,84
60-64	453	0,93	339	0,70	792	1,63
65-69	241	0,49	220	0,45	461	0,95
70-74	204	0,42	160	0,33	365	0,75
75-79	116	0,24	92	0,19	208	0,43
80-84	69	0,4	60	0,12	129	0,27
De 85 años y más	51	0,10	59	0,12	110	0,23
<b>TOTAL</b>	<b>24.252</b>		<b>24.466</b>		<b>48.715</b>	

Fuente: Proyección DANE 2005

La población indígena, se encuentra ubicada en la zona occidental del municipio, en las estribaciones de la Cordillera Oriental. Esta población, se encuentra agrupada en seis comunidades, ya mencionadas. La sostenibilidad y supervivencia de estos grupos ancestrales, se mantiene, y se evidencia al comparar la población existente en el año 1999, con la población existente en el año 2005 (Tabla 19).

**Tabla 19 Población indígena municipio de Saravena**

Comunidad indígena	Población 1999	No. De familias 1999	Población 2005
Calafitas I	50	10	64
Calafitas II	50	13	64
Chivaraquia	120	32	175
Playas del Bojaba	70	20	140
San Miguel	80	17	111
Uncaria	130	40	146
<b>TOTAL</b>		<b>132</b>	<b>700</b>

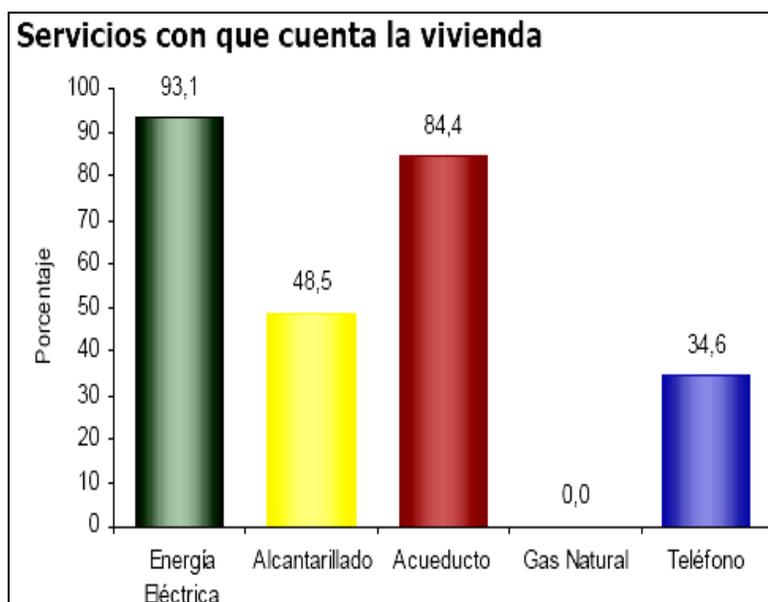
Fuente: Oficina municipal de Asuntos indígenas y Censo de población indígena EPS DUSAKAWI – año 2005

### 3.3.4.3 Dimensión espacial

#### ▪ Servicios públicos

Se consideran componentes del sistema de servicios públicos domiciliarios, las diferentes redes municipales, que atienden el saneamiento básico de aseo, recolección y manejo de desechos sólidos y líquidos y el suministro de servicios básicos, de electricidad, gas, agua potable y telefonía pública y domiciliaria. Es competencia de la administración municipal, asegurar la prestación de los servicios públicos domiciliarios urbanos, bien sea directamente, o a través de empresas prestadoras, en los términos establecidos en la Ley 142 de 1994.

En la Figura 9, se presenta la cobertura de servicios públicos; muestra que el 93.1%, de la población tiene acceso al servicio de energía eléctrica, el servicio de alcantarillado tiene una cobertura del 48.5%, mientras que el acueducto cubre el 84.4%, el servicio de telefonía tiene una cobertura del 34.6% de las viviendas. Cabe mencionar, que estos son datos suministrados por el DANE, como resultado del censo del 2005.



**Figura 9 Servicios con que cuentan las viviendas en Saravena**  
Fuente DANE 2005.

▪ Servicios sociales

El hospital del Sararé, San Ricardo Pampuri E.S.E., es centro de referencia del piedemonte llanero y da cubrimiento a los municipios de Tame, Fortul, Arauquita y Cubará.

EPS, Seguro Social, SALUDCOOP, Sol salud, Fundación Médico preventiva y Avanzar, son entidades que tienen sede en el municipio, con atención del primer nivel con IPS propias, las urgencias y algunos servicios del segundo nivel con la red pública y un coordinador sin autonomía resolutoria para solucionar situaciones de remisión a un nivel superior (Tabla 20).

**Tabla 20 Infraestructura en salud Saravena**

Entidades	Urbana	Rural	total	Descripción
Hospitales	1		1	Hospital Regional del Sararé
Puestos de Salud		3	3	Charo centro, Puerto Nariño y Puerto Lleras
Centros de Salud	3		3	Unidad de Atención Primaria (UNAP), CEMENDS, GEODON.
Droguerías	12	2	14	
Promotores de Salud		2		Pajulla y Caño Negro
A.R.S	5		5	CAPRECOM, Sol Salud, Comparta, Salud Vida, Dusakawi.
E.P.S y IPS	3		3	Seguro Social, Sol salud, SALUDCOOP, SERVIR

Fuente: PBOT Saravena 2009

Con relación a la mortalidad general, en el municipio de Saravena, la primera causa es la muerte violenta, seguidas por las enfermedades cerebro - vasculares y como tercera causa está la mortalidad fetal (Tabla 21).

**Tabla 21 Causas mortalidad general Saravena 2005**

Código	Causa	Casos	Tasa x 10.000
X95	Agresión con disparo de otras armas de fuego, las no especificadas	60	12.3
I21	Infarto agudo del miocardio	20	4.1
P02	Feto o recién nacido afectados por complicaciones de la placenta, del cordón umbilical y de las membranas.	15	3.1
J18	Neumonía, organismo no especificado	11	2.3
I64	Accidente vascular encefálico agudo, no especificado como hemorrágico o isquémico	11	2.3
J44	Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	10	2.1
I50	Insuficiencia cardiaca	9	1.8
K74	Fibrosis y cirrosis del hígado	9	1.8
	Accidentes de transporte	9	1.8
P22	Dificultad respiratoria del recién nacido	5	1.0
A09	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	5	1.0
I10	Hipertensión esencial	4	0.8
I12	Enfermedad renal hipertensiva	4	0.8
C34	Tumor maligno de los bronquios y del pulmón	4	0.8
A41	Otras septicemias	4	0.8
I11	enfermedad cardiaca hipertensiva	4	0.8
I27	otras enfermedades cardiopulmonares	4	0.8
P00	Feto o recién nacido afectados por complicaciones de la madre no necesariamente relacionadas con el embarazo presente.	3	0.6
	otras causas	105	21.6
<b>Total defunciones</b>		<b>296</b>	

Fuente: Oficina Estadística - ESE Hospital del Sararé San Ricardo Pampuri, año 2005

El municipio de Saravena, cuenta con cuatro ciudadelas educativas, en el área urbana a las cuales se encuentran adscritas 15 sedes educativas, con modalidades de técnico comercial, técnico industrial, técnico agropecuario y académico (Tabla 22).

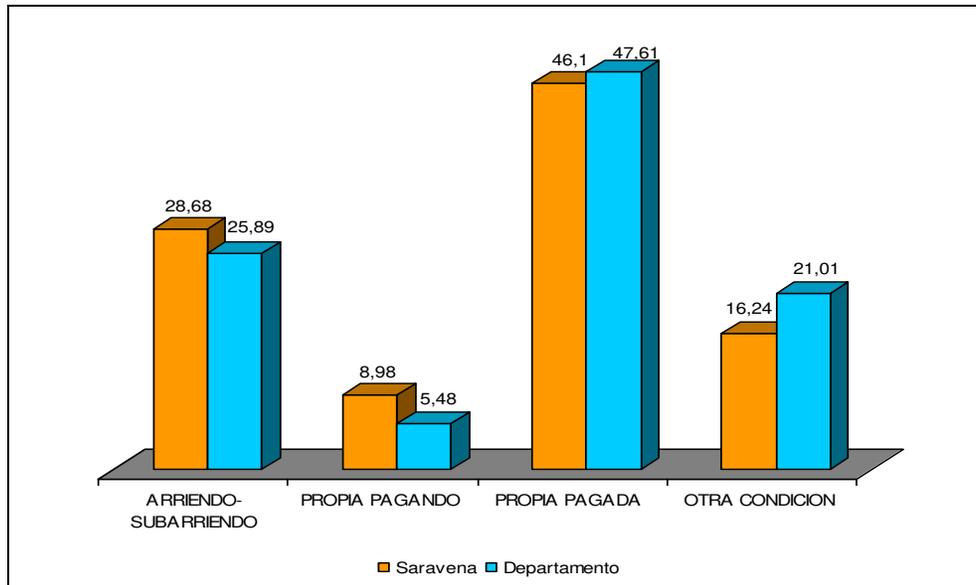
**Tabla 22 Ciudadelas educativas área urbana**

Institución	Ubicación
<b>Institución Educativa Técnico Industrial Rafael Pombo</b>	
Jardín Cofavi	Barrio Cofavi
La Esperanza	Barrio La Esperanza
General Santander	Barrio San Luis
María Inmaculada y Manuela Beltrán	Barrio Las Flores
Manuel Beltrán	Barrio Las Flores
Rafael Pombo Primaria	Barrio El Prado
<b>Ciudadela Técnico Comercial José Estadio Rivera</b>	
Seis de Octubre	Barrio 6 de Octubre
Alfonso López	Barrio Alfonso
Divino Niño	Barrio Pinzón
Jorge Eliécer Gaitán	Barrio Gaitán
Las Villas	Barrio Las Villas
San Juan Bosco	Barrio Santander
<b>Ciudadela Concentración de Desarrollo Rural</b>	
José Antonio Galán	Barrio Galán
Antonio José de Sucre	Barrio Salinas
Luces la Esperanza	Barrio Universitario
Ciudadela Nacional la Frontera	Barrio Versalles

Fuente: Secretaría de Gobierno y Educación Saravena 2005

En Saravena, predomina las viviendas dedicadas exclusivamente a habitación, este porcentaje corresponde al 90%, y solo un 10%, de las viviendas en el casco urbano, tiene actividad económica asociada. Según el Censo DANE 2005, en el casco urbano de Saravena, predomina la vivienda tipo casa, con un 96,3%; también existen la vivienda tipo apartamento, en una proporción de 1,7%; la vivienda tipo cuarto, con un 1,8% y un 0,2% las viviendas de otro tipo.

La propiedad de la vivienda, La estructura de tenencia de vivienda, está determinada como se presenta, en la Figura 10.



**Figura 10 Estructura de la propiedad vivienda Saravena.**  
Fuente SISBEN 2006.

#### 3.3.4.4 Paisaje

El paisaje del área del proyecto, está relacionado en primera instancia, con la historia geológica de la región orinoquense. Las condiciones climáticas, así como los procesos morfológicos asociados a la dinámica hidrológica y el relieve, modelan las grandes geoformas y el establecimiento de la vegetación original.

A menor escala, el uso del suelo y la dinámica de ocupación del territorio definen el establecimiento de la vegetación, dando origen a un mosaico de coberturas, que incluyen áreas de bosque ripario, con un alto grado de fragmentación y áreas con dominancia de pastos, que conforman la matriz dominante del paisaje.

Pese a la aparente homogeneidad, en el Campo Arauca, se identificaron 20 unidades paisajísticas, que indican la relativa heterogeneidad espacial del área influencia del proyecto. Estas unidades se presentan asociadas a dos Grandes Geoformas: El Plano aluvial y el Valle, que presentan las mismas características morfogenéticas.

### 3.4 Evaluación ambiental

Para la evaluación ambiental se toma como referencia la caracterización ambiental (componentes abiótico, biótico y socioeconómico) del Campo Arauca y la sensibilidad ambiental de los elementos y/o variables que conforman cada medio frente a los efectos del desarrollo de cada una de las actividades proyectadas a realizar en la ejecución del proyecto.

De esta manera, la evaluación ambiental permitirá conocer los aspectos antrópicos y naturales que actualmente están afectando el área del proyecto y confrontarlo con los impactos que serán generados una vez se dé inicio a las actividades en el Campo Arauca.

Para efectuar la identificación y evaluación de los impactos ambientales que puedan ocasionarse debido a las actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto, se tuvo en cuenta como primera medida la participación de los profesionales que previamente realizaron una búsqueda de información secundaria y primaria con observaciones en campo; lo cual les permitió identificar el estado de todos los componentes ambientales en las áreas de influencia.

Esto con el fin de determinar la importancia de cada factor ambiental según sus características dentro de la complejidad de la dinámica del ambiente, en busca de disminuir la subjetividad que se constituye como una de las debilidades fundamentales en el proceso de evaluación de impactos ambientales.

Para tal efecto, se diseñó la presente metodología.

En general para la evaluación ambiental se concluye lo siguiente:

- El análisis de sensibilidad realizado, a los resultados de los criterios de decisión muestra que estos, mantienen los comportamientos favorables, variando la tasa de descuento, es decir, el VPN, es positivo y el ABC, es mayor a uno para todas las tasas de interés analizadas, por lo que se concluye, que el proyecto, es altamente deseable desde el punto de vista social.
- Los beneficios generados por el proyecto Campo Arauca, Campaña 1, son superiores a sus respectivos costos sociales, esto se puede concluir, con base en el VPN, del proyecto que se acerca a las ciento treinta y dos mil millones de pesos (\$ 132.499.676.927).
- El Análisis Beneficio Costo del proyecto, Campo Arauca, Campaña 1, permite concluir que los Beneficios del proyecto, son 17 veces mayores que los costos sociales generados por el mismo, lo que hace que el proyecto, sea deseable desde el punto de vista social.
- Los beneficios económicos que se generan a partir de las regalías, resultado del proyecto Campo Arauca, Campaña 1, representan el principal beneficio social del proyecto, toda vez que su fin es ser invertidos, en el bienestar de las personas de los municipios involucrados en el proyecto.
- La metodología de transferencia de beneficios, es una herramienta que en el marco del proyecto Campo Arauca, Campaña 1, permitió realizar cálculos confiables que sirven como base para la toma de decisiones. La confiabilidad, se garantiza gracias al entendimiento del estudio base, sus funciones de utilidad indirecta, la calidad de la información base que alimenta las funciones y el estricto apego a la técnica económico ambiental.

### **3.5 Zonificación de manejo ambiental del proyecto**

La zonificación de manejo ambiental para el Campo Arauca es la resultante de la interrelación de las actividades del proyecto, con la oferta ambiental del área (Zonificación Ambiental) y la evaluación ambiental de las actividades del proyecto. La zonificación establecida permite determinar el manejo que se deberá dar a los elementos ambientales del área durante el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto

El principal propósito que se plantea para la zonificación de manejo ambiental es la definición espacial de las zonas en las cuales es posible adelantar el desarrollo del proyecto. En la zonificación es contemplado el nivel de sensibilidad de cada uno de los ecosistemas del área, frente al grado de intervención o afectación que serán objeto por parte del proyecto. Como

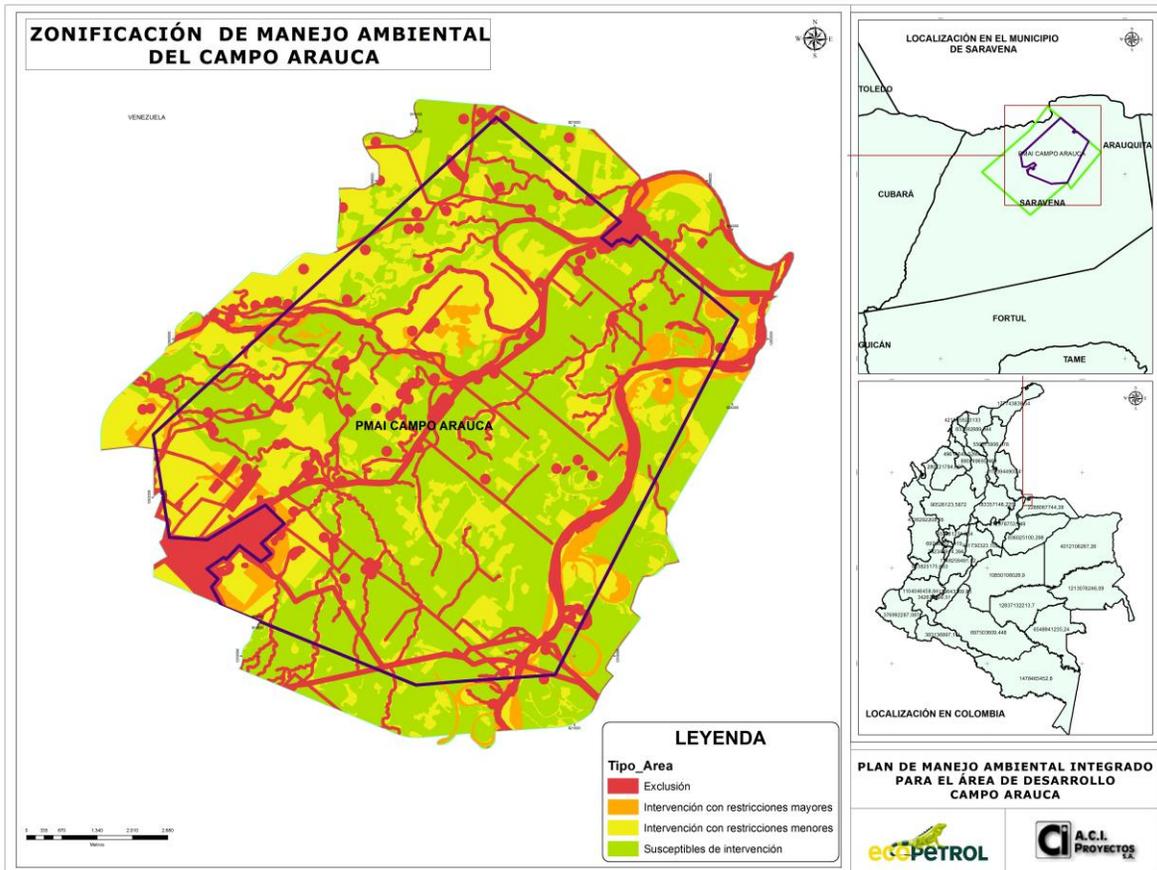
resultado de dicha interacción se han de establecer, áreas de exclusión, áreas susceptibles de intervención y las áreas de intervención con restricciones, especificando en dicha zonificación el tipo de restricción existente (Tabla 23).

**Tabla 23 Zonificación de manejo de la actividad**

>100	80	60	40	20	0
<b>MUY ALTA</b>	<b>ALTA</b>	<b>MODERADA</b>	<b>BAJA</b>	<b>MUY BAJA</b>	
<b>EXCLUSIÓN</b>	<b>INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES</b>	<b>SUSCEPTIBLES DE INTERVENCIÓN</b>			

Fuente: ECOPETROL S.A. 2011

De acuerdo con los resultados obtenidos, en la Zonificación Ambiental, para la región del Campo Arauca objeto del presente Plan de Manejo Integral, se han definido básicamente cinco tipos diferenciados de sensibilidad (**Figura 11**).



**Figura 11 Zonificación de manejo ambiental para la actividad en el Campo Arauca**  
Fuente ACI Proyectos S.A. 2012.

### 3.6 Plan de manejo ambiental

En este capítulo se definen las acciones de manejo ambiental propuestas para la ejecución de las actividades que conforman las etapas: Preoperativa, adecuación y construcción, perforación y pruebas de producción, desmantelamiento y abandono, para el desarrollo del Campo Arauca, con el fin de prevenir, proteger, mitigar, controlar, restaurar y/o compensar, los impactos potenciales que se puedan llegar a presentar por su ejecución, en cada uno de los elementos pertenecientes a los componentes abiótico, biótico y socioeconómico.

En la Tabla 24 se presenta el esquema del Plan de manejo ambiental para el desarrollo de las tres campañas en el Campo Arauca.

**Tabla 24 Programas de Manejo Ambiental**

PROGRAMAS DE MANEJO		FICHA
MEDIO ABIÓTICO	Programas de Manejo del Suelo	PMS-01 Manejo y disposición de material sobrante
		PMS-02 Manejo de taludes
		PMS-03 Manejo paisajístico
		PMS-04 Manejo de campamentos transitorios
		PMS-05 Manejo de áreas de préstamo lateral

PROGRAMAS DE MANEJO		FICHA
		PMS-06 Manejo materiales de construcción
		PMS-07 Manejo de escorrentía
		PMS-08 Manejo de lodos y cortes de perforación
		PMS-09 Manejo de erosión por actividades agrícolas y pecuarias
	Programas de Manejo del Recurso Hídrico	PMRH-01 Manejo de residuos líquidos domésticos
		PMRH-02 Manejo de residuos líquidos industriales
		PMRH-03 Manejo de residuos sólidos domésticos
		PMRH-04 Manejo de residuos sólidos industriales y especiales
		PMRH-05 Manejo de la captación
	Programa de Manejo del Recurso Aire	PMRA-01 Manejo de fuentes de emisiones y ruido
Programa de Arqueología Preventiva	PMAP-01 Manejo del Patrimonio Arqueológico	
MEDIO BIÓTICO	Programas de Manejo del Suelo	PMS-01 Manejo de remoción de la cobertura vegetal y el descapote
		PMS-02 Manejo de fauna
		PMS-03 Manejo del aprovechamiento forestal
	Programa de protección y Conservación de Hábitats	PPCH-01 Protección y conservación de hábitats
	Programa de Revegetalización	PR-01 Revegetalización de áreas intervenidas
	Programa de Conservación de Especies Vegetales y Faunísticas en Peligro Crítico, Veda o Nuevas Especies	PPCH-01 Protección y Conservación de hábitats
		PMRH-01 Manejo del recurso hidrobiológico
	Programa de Conservación de Especies Vegetales y Faunísticas en Peligro Crítico, Veda o Nuevas Especies	PCEVYF-01 Conservación de especies vegetales en peligro
		PCEVYF-02 Conservación de especies faunísticas en peligro
	Programa de Compensación para el Medio Biótico	PCMB-01 Compensación por aprovechamiento de la cobertura vegetal
MEDIO SOCIOECONÓMICO	PGS-1 Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	
	PGS-2 Información y participación comunitaria	
	PGS-3 Programa de reasentamiento de la población afectada	

PROGRAMAS DE MANEJO	FICHA
	PGS-4 Apoyo a la capacidad de gestión institucional
	PGS-5 Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto
	PGS-6 Contratación de mano de obra local.
	PGS 7- Arqueología preventiva
	PGS 8 Programa de compensación social

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2011

### 3.7 Programa de seguimiento y monitoreo

El presente capítulo contiene las estrategias específicas para controlar, verificar y cuantificar la medidas y acciones propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, para el área de desarrollo del Campo Arauca. Por esta razón, bajo las políticas de ECOPETROL S.A., se ha planteado el siguiente Programa de Seguimiento y Monitoreo, con la finalidad de evaluar permanentemente el efecto de los impactos y garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y tratamiento previamente formuladas.

Este programa comprende el seguimiento y monitoreo (Tabla 25), su alcance está definido por la verificación y evaluación de la tendencia y comportamiento de los impactos en el medio abiótico, a lo largo del desarrollo del proyecto para el área de desarrollo del Campo Arauca.

**Tabla 25 Estructura del programa de seguimiento y monitoreo Campo Arauca**

PROGRAMA	FICHA
Medio Abiótico	SMMA-01 Aguas residuales y corrientes receptoras.
	SMMA-02 Aguas subterráneas
	SMMA-03 Emisiones atmosféricas, calidad del aire y ruido
	SMMA-04 Suelo
	SMMA-05 Sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos
Medio Biótico	SMMA-01 Flora y Fauna
	SMMA-02 Ecosistemas estratégicos y sensibles
	SMMA-03 Comunidades hidrobiológicas
	SMMA-04 Revegetalización y reforestación
	SMMA-05 Programas de compensación
Medio socioeconómico	SMMA-01 Manejo de los impactos sociales del proyecto
	SMMA-02 Efectividad de los programas del PMA, para el medio socioeconómico
	SMMA-03 Indicadores de gestión y de impacto de cada uno de los programas del PMA para el medio socioeconómico
	SMMA-04 Conflictos sociales generados durante las diferentes etapas del proyecto.
	SMMA-05 Atención de inquietudes, solicitudes o reclamos de las comunidades
	SMMA-06 Participación e información oportuna a las comunidades.

Fuente: ACI Proyectos S.A. 2012

### 3.8 Plan de contingencia

El Plan de Contingencia, PDC, que se presenta en este capítulo, ha sido diseñado, para el proyecto de desarrollo petrolero en el Campo Arauca, ubicado geográficamente en la región de los

Llanos Orientales, gran cuenca hidrográfica del río Arauca, jurisdicción del municipio de Saravena, en el departamento de Arauca.

La compañía ECOPETROL S.A., en la planificación del proyecto, ha previsto adelantar tres (3) campañas de perforación, a las formaciones geológicas Mirador y Cretáceo, así:

Campaña 1. Perforación de cinco pozos (5), Arauca 5, 6, 7 y 8 y un pozo de avanzada (Arauca-N1 (NFE), con la cual se pretende recuperar aproximadamente 12 MBO.

Campaña 2 con nueve pozos (9), con la cual se pretende recuperar 20,74 MBO y la,

Campaña 3 con diecinueve (19) pozos, que pretende recuperar 10,1 MBO (ECOPETROL S.A. 2011).

De acuerdo con las características operacionales y el producto manejado, se tiene que los eventos amenazantes para el desarrollo del Campo Arauca, son los presentados en la Tabla 26

**Tabla 26 Eventos amenazantes de origen operacional**

EVENTOS AMENAZANTES	OBSERVACIONES
Derrame de crudo y escape de gas.	Cualquier derrame de crudo, o escape de gas, involucra el desarrollo de consecuencias severas económicas o ambientales.
Chorro de fuego.	Ignición instantánea de las corrientes de gas.
Piscina de fuego.	Es el incendio, por los vapores generados en la piscina de crudo, infraestructura construida para contener el derrame de crudo.
Bola de fuego.	Ignición inmediata de una gran cantidad de gas.
Incendio	Es el incendio de los vapores de la superficie de crudo en los tanques de almacenamiento.
Llamarada	Se debe a la evaporación y posterior dispersión de las fracciones livianas del crudo, que al encontrar un punto caliente, pueden desarrollar un incendio o llamarada.
Explosión	Es una liberación súbita y violenta de energía, en forma de ondas de presión que sucede posterior al escape de una gran cantidad de gas o vapor inflamable a la atmósfera, bajo una condición de confinamiento u obstrucción y con una ignición a cierta distancia del punto de escape.

Fuente: Plan Maestro de Contingencias, Ecopetrol – ICP, Agosto 2.001.

De acuerdo con la zonificación sísmica desarrollada para Colombia, por INGEOMINAS.1996, se encuentra que el Campo Arauca, está sobre la Zona de Amenaza Sísmica Alta, en donde existe la posibilidad de tener valores de la aceleración pico horizontal de 0,2 a 0,25 g Tabla 26. Interacción de eventos amenazantes.

**Tabla 26 Eventos amenazantes**

PERIODICIDAD DEL EVENTO	DESCRIPCIÓN	GRADO
Imposible	Muy difícil que ocurra.	Muy Baja
Improbable a remoto	Muy baja posibilidad a limitada posibilidad de ocurrencia.	Baja
Ocasional	Ocurre pocas veces.	Media
Moderado	Ocurre varias veces.	Alta
Frecuente	Alta posibilidad de ocurrencia.	Muy Alta

Fuente: Plan Maestro de Contingencias, Ecopetrol – ICP, Agosto 2001

En la Tabla 27 se resumen los criterios aplicados para considerar si las categorías de consecuencias, son aplicables al presente análisis de riesgo.

11 Plan de desarrollo Campo Arauca gerencia Catatumbo Orinoquia superintendencia de operaciones Catatumbo, ECOPETROL S.A. 2011.

**Tabla 27 Selección de categoría de consecuencias**

CATEGORÍA DE CONSECUENCIAS	JUSTIFICACIÓN
Pérdidas por lesiones a personas.	La presencia de personal y las comunidades aledañas al proyecto, permite afirmar que en caso de ocurrencia de eventos, con consecuencias mortales, pueden verse afectadas; sin embargo, al ser esta una pérdida irreparable, se hace necesario su análisis.
Suspensión de la operación	La suspensión total de las operaciones obligaría a la suspensión del proyecto, causando un descenso de ingresos y afectación económica y social.
Daño al ambiente.	Cualquier evento que afecte el entorno, implica su análisis y medidas contra la operación, en el Campo Arauca.
Pérdida de imagen.	La presencia de comunidad en el área del proyecto, genera la difusión de cualquier evento que se presente en el área.
Pérdida de Infraestructura.	La destrucción física de las instalaciones, obligaría a su reposición inmediata, lo cual implica un gasto que afectaría la rentabilidad de la empresa.

Fuente: Plan Maestro de Contingencias, Ecopetrol – ICP, Agosto 2001.

En la Tabla 28 se determinan los intervalos para la cuantificación de los niveles de daño, según categoría de consecuencias.

**Tabla 28 Calificación de afectación a personas**

NIVEL	DAÑO
Insignificante	Sin lesiones.
Marginal	1 o más lesiones con incapacidad temporal o permanente.
Crítico	(Entre 1 y 6 muertos) o (menos de 20 heridos).
Desastroso	(Entre 7 y 20 muertos) o (21 – 100 heridos) o (menos de 500 evacuados).
Catastrófico	(Más de 20 muertos) o (más de 100 heridos) o (más de 500 evacuados).

Fuente: Plan Maestro de Contingencias, Ecopetrol – ICP, Agosto 2001.

### 3.9 Plan de abandono y restauración final

En este Capítulo se presenta una propuesta para realizar el desmonte y desmantelamiento de la infraestructura de las actividades y operación en las diferentes fases y etapas del proyecto, que satisfaga el adecuado manejo y protección del entorno.

Para el desarrollo del Campo Arauca, en sus tres campañas y una vez concluida la fase de pruebas de producción para cada pozo, si los resultados esperados son positivos, se procederá a instalar el equipo de control de superficie para iniciar con el proceso de producción. Por otra parte en el caso de que los resultados no sean satisfactorios y sea necesario declarar inactivos los pozos, se dará inicio al desmantelamiento, abandono y recuperación de las áreas intervenidas.

Esta actividad será concertada con la comunidad, para que la infraestructura que represente algún beneficio social y/o ambiental permanezca en las áreas bajo la responsabilidad, cuidado y mantenimiento de la comunidad, previa verificación por parte de la empresa de las condiciones de limpieza.

Si los pozos llegasen a ser productores, se conservarán los cerramientos y se hará mantenimiento de las áreas internas, se conservará el contrapozo así como el resto del área intervenida, la localización se dejará totalmente libre con espacio suficiente para instalar el equipo de Work-over. En caso de requerirse servicios adicionales y dependiendo de la producción de los pozos, se dejen por flujo natural o se le instalaran las unidades de bombeo mecánico.

### 3.9.1 Objetivos del Plan de abandono y restauración final

- Definir parámetros que se deben tener en cuenta en los procesos de desmantelamiento y revegetalización de las áreas intervenidas.
- Realizar una caracterización de los elementos que deben ser objeto de la restauración, para posteriormente especificar las acciones a seguir de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- Plantear indicaciones de la recuperación paisajística del área intervenida, en la ejecución de procesos de revegetalización y empradización para acciones de restauración.
- Inducir la recuperación paisajística en las zonas intervenidas para localización, facilidades y zonas de disposición de la cobertura vegetal.
- Entregar las áreas intervenidas en concordancia con el paisaje circundante.
- Ejecutar el cierre del Plan de Gestión Social para el abandono de la infraestructura petrolera que integre a las comunidades vecinas en un proceso educativo, participativo, comunicativo y de cumplimiento de compromisos entre las partes, atención de inquietudes, pasivos sociales, reclamaciones y/o sugerencias de la comunidad, direccionando las actividades que los sensibilicen y les permitan formular estrategias hacia el fortalecimiento de las actividades económicas tradicionales.
- Realizar el seguimiento y control a cada una de las actividades que conforman el proceso de desmantelamiento y abandono de equipos y de recuperación paisajística.

### 3.9.2 Metas del Plan de abandono y restauración final

- Cumplir con el 100% de las recomendaciones establecidas para el desmantelamiento.
- Cumplir con el 100% de las recomendaciones establecidas para la restauración ambiental.
- Cumplir con el 100% de revegetalización de áreas intervenidas, al fin de dejarlas en condiciones similares a las encontradas inicialmente.
- Cumplimiento del 100% de las actividades del Plan de Gestión Social.
- Cumplir con dejar cero pendientes ambientales y sociales, abandonando las áreas intervenidas en conformidad con la comunidad, sus organizaciones, autoridades locales y ambientales y organismos de control, presentes en el área de influencia del Campo Arauca.