



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

**COMO LA GEOMATICA INFLUYE AL DETERMINAR UNA ALTERNATIVA
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
"34.5 KV" PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN PUNTO DE INYECCIÓN DE
AGUA.**

Bogota D.C., Mayo de 2013

Republica de Colombia



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

**COMO LA GEOMATICA INFLUYE AL DETERMINAR UNA ALTERNATIVA
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
"34.5 KV" PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN PUNTO DE INYECCIÓN DE
AGUA.**

Luz Stella Romero Aroca

Cod: 3101118

Jose David Sierra Ramirez

Cod: 3101122

Bogota D.C., Mayo de 2013

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA

TABLA DE CONTENIDO

INDICE

CAPITULO 1:

1 INTRODUCCIÓN.....10

1.1.	Antecedentes Generales.....	10
1.2.	Descripción del problema.....	11
1.2.1.	Planteamiento del problema.....	11
1.2.2.	Hipótesis.....	11
1.2.3.	Objetivos.....	12
1.2.3.1.	General.....	12
1.2.3.2.	Específicos.....	12
1.3.	Descripción de la zona de estudio.....	12
1.3.1.	Metodología del trabajo.....	12
1.3.1.1.	Definición del problema.....	14
1.3.1.2.	Recopilación de información.....	14
1.3.1.3.	Preparación del proyecto.....	14
1.3.1.4.	Información de terreno.....	15
1.3.1.5.	Generación de resultados.....	15
1.3.1.6.	Evaluación de resultados.....	15
1.3.1.7.	Conclusiones.....	16
1.3.1.8.	Metodología esquematizada.....	16

CAPITULO 2:

1.4.	FUNDAMENTOS TEORICOS.....	17
1.4.1.	Reseña histórica de la fotogrametría.....	17
1.4.2.	Modelo fotogramétrico.....	17
1.4.3.	Inyección de agua.....	17
1.4.4.	Sistemas Loticos.....	18

1.4.5. Sistemas Lenticos.....	18
CAPITULO 3:	
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE RUTA PARA LA LINEA 34.5 Kv.....	18
2.1. Ruta paralela a la línea 115 Kv.....	18
2.1.1. Aspectos técnicos.....	18
2.1.2. Aspectos prediales.....	19
2.1.3. Aspectos sociales.....	25
2.1.4. Aspectos ambientales.....	30
2.1.4.1. Hidrología.....	30
2.1.4.1.1. Sistemas loticos.....	30
2.1.4.1.2. Sistemas lenticos.....	31
2.1.4.2. Vegetación y paisaje.....	32
2.1.4.2.1. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas.....	32
2.1.4.2.2. Cobertura vegetal.....	33
2.1.4.2.3. Zonificación ambiental.....	35
2.1.5. Aspectos geológicos	
2.2. DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS DE RUTA PARA LA LINEA 34.5 KV.....	37
2.2.1. Aspectos técnicos.....	37
2.2.2. Aspectos prediales.....	37
2.2.3. Aspectos sociales.....	40
2.2.3.1. Alternativa 1.....	40
2.2.3.2. Alternativa 1 A.....	40
2.2.4. Aspectos ambientales.....	42
2.2.4.1. Hidrología.....	42
2.2.4.1.1. Sistemas loticos.....	42
2.2.4.1.2. Sistemas lenticos.....	43
2.2.4.2. Vegetación y paisaje.....	45

2.2.4.2.1.	Ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas	
2.2.4.2.2.	Cobertura vegetal.....	46
2.2.4.2.3.	Zonificación ambiental.....	47
2.2.4.2.4.	Especies amenazadas.....	49
3.	ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE RUTA PARA LA LINEA 35.4 Kv.....	50
3.1.	Análisis de las alternativas 1, 1 A y 2.....	50
3.1.1.	Aspectos técnicos.....	50
3.1.1.1.	Ruta paralela a la línea 115 Kv alternativa 2.....	50
3.1.1.2.	Ruta paralela a la línea 34.5 Kv alternativa 1 y alternativa 1 A.....	53
3.1.2.	Aspectos prediales.....	55
3.1.3.	Aspectos sociales.....	55
3.1.4.	Aspectos ambientales.....	57
3.1.4.1.	Metodología.....	57
3.1.4.2.	Análisis de criterio.....	58
3.1.4.3.	Análisis de resultados.....	61
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	62
4.1.	Conclusiones.....	62
4.2.	Recomendaciones.....	62
4.2.1.	Aspectos técnicos.....	62
4.2.2.	Aspectos prediales.....	62
4.2.3.	Aspectos sociales.....	63
4.2.4.	Aspectos ambientales.....	63
4.2.5.	Recomendación final.....	64

INDICE TABLAS

Tabla 1. Uso actual del suelo en la alternativa 2.....	29
Tabla 2. Cuerpos de agua alternativa 2.....	31
Tabla 3. Ubicación de cuerpos de agua lenticos.....	32
Tabla 4. Cobertura vegetal.....	34
Tabla 5. Zonificación ambiental.....	35
Tabla 6. Uso actual del suelo alternativa 1.....	40
Tabla 7. Uso actual del suelo alternativa 1 A.....	41
Tabla 8. Cuerpos de agua alternativa 1.....	42
Tabla 9. Cuerpos de agua alternativa 1 A.....	43
Tabla 10. Ubicación de cuerpos de agua lenticos.....	44
Tabla 11. Cobertura vegetal alternativa 1 y 1 A.....	46
Tabla 12. Zonificación ambiental.....	48
Tabla 13. Especies en riesgo y amenazas.....	50
Tabla 14. Comparativo de la longitud afectada por alternativa.....	55
Tabla 15. Comparativo del área afectada por alternativa.....	55
Tabla 16. Criterios sociales.....	56
Tabla 17. Comportamiento criterios ambientales.....	58
Tabla 18. Resultados de análisis	61
Tabla 19. Cuadro comparativo de áreas, longitud y valores de terreno para cada alternativa....	63

INDICE IMÁGENES

Imagen 1. Afectación de predios.....	19
Imagen 2. Delimitación del área del proyecto.....	20
Imagen 3. Actividad económica.....	21
Imagen 4. Recursos hídricos.....	22
Imagen 5. Vías de acceso.....	22
Imagen 6. Relieve y pendiente.....	23
Imagen 7. Predio de Santa Helena.....	23
Imagen 8. Predio de Santa Helena.....	24
Imagen 9. Predio de Hacienda Tenay.....	24
Imagen 10. Vivienda zona de estudio.....	26
Imagen 11. Área donde se realizan actividades de comercio.....	26
Imagen 12. Vivienda en el costado norte de la vía a San Francisco cerca de la subestación de Tenay.....	27
Imagen 13. Vivienda que se ubica en la entrada de la subestación Tenay.....	27
Imagen 14. Vista posterior del grupo de viviendas ubicadas cerca de la subestación Tenay.....	27
Imagen 15. Torre de la línea 115 Kv.....	27
Imagen 16. Vía de acceso a finca Santa Helena	27
Imagen 17. Diversidad de la línea de transmisión.....	28
Imagen 18. Tanque de almacenamiento.....	28
Imagen 19. Infraestructura para captación de agua.....	28
Imagen 20. Subestación Tenay.....	28
Imagen 21. Vereda Dina.....	28
Imagen 22. Pasto arbolado.....	29
Imagen 23. Vegetación asociada a cuerpos de agua.....	29
Imagen 24. Quebrada Dindal.....	31
Imagen 25. Laguna artificial.....	32
Imagen 26. Laguna artificial.....	32
Imagen 27. Pastos arbolados.....	34
Imagen 28. Bosques Ripario.....	34
Imagen 29. Bosque natural fragmentado.....	35
Imagen 30. Predio Hacienda Santa Helena.....	39
Imagen 31. Linderos norte Hacienda Santa Helena.....	39
Imagen 32. Predio Santa Helena.....	39

Imagen 33. Lindero norte predio Santa Helena.....	39
Imagen 34. Predio Hacienda Tenay.....	40
Imagen 35. Predio Hacienda Tenay.....	40
Imagen 36. Vivienda y corrales Hacienda Tenay.....	41
Imagen 37. Quebrada Dindal.....	43
Imagen 38. Laguna artificial.....	44
Imagen 39. Laguna artificial.....	44
Imagen 40. Pastos arbolados.....	47
Imagen 41. Bosque Ripario.....	47
Imagen 42. Bosque natural fragmentado.....	47
Imagen 43. Salida de línea 34.5 Kv.....	50
Imagen 44. Cruce de la línea 34.5 Kv con la vía a San Francisco.....	51
Imagen 45. Cruce de la línea 34.5 Kv con la línea existente de 115 Kv.....	52
Imagen 46. Alternativa 2 por potreros y arbustos.....	52
Imagen 47. Vista alternativa 2.....	53
Imagen 48. Llegada a la estructura terminal PIA - DT-70.....	53
Imagen 49. Alternativas detalladas.....	54
Imagen 50. Alternativas detalladas a la llegada.....	54

INDICE FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto.....	25
Figura 2. Uso del suelo para las tres alternativas.....	30
Figura 3. Áreas protegidas del departamento del Huila.....	33
Figura 4. Aspectos prediales alternativa 1 y 1 A.....	38
Figura 5. Áreas protegidas del departamento del Huila.....	45

INDICE GRÁFICAS

Gráfica 1. Uso de protección del suelo.....	57
Gráfica 2. Longitud de trazado de las alternativas.....	58
Gráfica 3. Área de cobertura vegetal.....	59
Gráfica 4. Hectáreas afectadas de acuerdo a la zonificación ambiental.....	60
Gráfica 5. Numero de cuerpos de agua afectados.....	61

RESUMEN

Este trabajo de titulación describe el procedimiento en oficina y en campo para determinar y analizar las posibles rutas por donde se pueda construir una línea eléctrica de baja tensión entre una subestación eléctrica y un punto de inyección de agua (PIA), teniendo en cuenta los aspectos sociales, técnicos, ambientales, y prediales.

Se trabaja con el software para sistemas de información geográfica Arcgis 9.3 y las herramientas de análisis espacial de este, las cuales sirvieron como base en el cálculo de longitudes, áreas del terreno total y la afectación para cada predio. El manejo de las imágenes de satélite, también forman un papel importante ya que día a día se consolidan como una confiable y eficiente fuente de información para la toma de decisiones en los diferentes ámbitos laborales.

Finalmente se escoge una de las alternativas planteadas con base a los análisis de los resultados entregados por los profesionales quienes participaron con su experiencia para el buen desarrollo del proyecto.

1 INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

La geomatica en los últimos años ha tomado un gran auge ya que reúne diferentes disciplinas de ciencias de la tierra, las cuales integran varios medios de captura, tratamiento, análisis e interpretación, para el desarrollo de los diferentes proyectos que se realizan en el país, tales como proyectos viales, marítimos, hidroeléctricas, líneas eléctricas, entre otros. Esto debido a las aplicaciones y optimización de resultados sobre todo en lo referente a temas ambientales y de conservación del medio ambiente, que la ley exige para la ejecución del proyecto que se esté elaborando. Por lo cual es necesario analizar la forma del como la geomatica influye en los proyectos que se generan en el país para el desarrollo del mismo y sobre todo que tienen que ver con afectaciones en el tema ambiental.

Las aplicaciones utilizadas en esta rama están sujetas a grandes avances en función del desarrollo de las tecnologías que la forman, lo que generan grandes adelantos en el conocimiento en sus campos de aplicación. Las utilidades de la geomatica se presentan en varias áreas que requiera análisis espacial y mapeo como lo son:

- Ingeniería Civil
- Geología
- Minería
- Hidrología
- Topografía
- Cartografía
- Oceanografía
- Monitoreo Ambiental
- Impacto Ambiental
- Biología

Respecto a estos antecedentes el presente trabajo tiene como finalidad el análisis de las alternativas de ruta para la construcción de una línea eléctrica de baja tensión 34.5 KV desde una Subestación Eléctrica a un Punto de Inyección de Agua "PIA". Teniendo en cuenta diferentes aspectos técnicos, ambientales, sociales y prediales.

El alcance de los trabajos comprende los siguientes estudios y diseños a nivel conceptual:

- 1) Consecución de información de fuentes primarias y secundarias, para el desarrollo del proyecto.
- 2) Planteamiento de tres (3) Alternativas de ruta para la línea eléctrica de 34,5 KV entre la subestación eléctrica TENAY y la subestación de la PIA.

- 3) Análisis de las Alternativas de ruta en los aspectos técnicos, ambientales, sociales y prediales; determinación de la mejor Alternativa.

En desarrollo de los trabajos se adelantarán las siguientes actividades:

- 1) Recopilación de la información básica para los estudios correspondientes en el análisis de la selección de la ruta de la línea eléctrica.
- 2) Definición de parámetros y criterios para los diseños de las posibles rutas de la línea eléctrica. En el momento de hacer la visita de campo se evaluarán las posibles rutas generadas en oficina y estas estarán sujetas a cambios según lo verificado en campo.
- 3) Definición en campo de tres posibles rutas para la línea eléctrica de 34,5 kV entre la subestación eléctrica TENAY y la subestación de la PIA en la locación del pozo DT-70.
- 4) Estudio en campo de las tres posibles rutas para la línea eléctrica de 34,5 kV entre la subestación eléctrica TENAY y la subestación de la PIA en los aspectos técnicos, ambientales, sociales y prediales.
- 5) Determinación de la mejor Alternativa. Sustentando el por qué se escoge dicha alternativa.
- 6) Preparación del informe final.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existe una gran demanda de información geoespacial, tanto de organismos estatales como del sector privado.

El desarrollo y planificación de las distintas etapas de cualquier proyecto de ingeniería requiere la generación y producción de información espacial georeferenciada.

Mediante el desarrollo de este proyecto se busca determinar y analizar las posibles rutas por donde se pueda construir una línea de baja tensión eléctrica, entre una subestación eléctrica, localizada a 2.5 Km. Aproximadamente de un punto de inyección de agua (PIA) en la localización del pozo DT-70. Esto relacionado con aspectos tales como el uso del suelo, la dinámica económica, la protección ambiental, entre otras variables que se evidencian para este tipo de proyectos, donde se presentan afectaciones e intervenciones, tanto para la parte ambiental, como para la parte predial y social.

1.2.2. HIPÓTESIS

- Es posible, mediante el trabajo de oficina de mano con el trabajo de campo, que se pueda analizar una

buena alternativa para la construcción de la línea eléctrica de baja tensión 34.5 Kv, junto con los aspectos que se relacionan con este tipo de proyectos.

- Es probable, mediante el uso de las herramientas de análisis espacial que posee el software para sistemas de información geográfica Arcgis 9.3 y aplicaciones como Google Earth y Arcgis Explorer sirvan como base de determinación de este proyecto.

1.2.3. OBJETIVOS

1.2.4. OBJETIVO GENERAL

Para el presente trabajo se realizara un documento en el cual se hará el análisis de las alternativas de ruta, para la construcción de una línea eléctrica de baja tensión “34,5 KV” desde una subestación eléctrica a un punto de inyección de agua “PIA”, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, ambientales, sociales y prediales, para determinar la mejor alternativa.

1.2.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definición en campo de tres posibles rutas para la línea eléctrica de baja tensión de 34,5 Kv entre la subestación eléctrica Tenay y la zona donde se encuentra localizada la PIA (Punto de Inyección de agua).
- Elaborar un documento, que contemple información y descripción de las tres posibles rutas para la línea eléctrica de baja tensión de 34.5 KV entre la subestación eléctrica y el punto de la PIA, propuestas con sus respectivas características y análisis para los aspectos técnicos, sociales, catastrales y ambientales.
- Analizar los distintos instrumentos de políticas públicas asociadas a los temas sociales, ambientales, económicos y administrativos, desde la perspectiva municipal, de tal suerte que se pueda estructurar un panorama de la alternativa de mayor factibilidad desde los distintos sectores involucrados en el proyecto.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

1.3.1. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El área de estudio se encuentra localizada en el departamento del Huila en el municipio de Aipe, en la vereda Dina, a 15 minutos de la ciudad de Neiva por la vía que conduce de Neiva a Bogotá. La distancia que tiene la línea de baja tensión entre la subestación y la zona de localización de la PIA (Punto de Inyección de agua) es de aproximadamente 2.5 Km lineales, en este tramo es donde se va a analizar la mejor alternativa de ruta para la línea de 34.5 KV. Con el trabajo realizado en oficina del análisis de las fotografías aéreas con ayuda de ArcGIS Explore que permite visualizar imágenes combinando imágenes de satélite, mapas, archivos en formato .shp y el motor de búsqueda de Arcgis Explorer y Google Earth que permite explorar, visualizar, compartir y presentar la información geográfica, y el Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, el cual nos permite visualizar planchas prediales de algunas zonas del país, para así poder confrontar la información suministrada por las diferentes entidades tanto públicas como privadas (como lo fue el mapa de predios con coordenadas actualizadas al año 2013); y posteriormente la salida a campo que complementa y confirma la información obtenida, todo esto con el fin de

tomar la decisión adecuada para el proyecto.

Los pasos generales han sido:

- Obtener información predial de la base cartográfica de Ecopetrol, en físico y digital, de un mapa de predios con coordenadas actualizadas al año 2013.
- Escanear información adquirida en formato análogo.
- Georreferenciar imágenes areas de la zona objeto de estudio.
- Asignar el datum y el sistema de referencia correspondiente, a la información geográfica digitalizada de la zona de estudio.
- Digitalizar predios, ríos, vías, pozos petroleros, líneas de baja y media tensión del tramo de campo Dina.
- Buscar en el Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC" la coincidencia en cuanto al número de predios y su forma.
- Buscar imágenes en Google Earth y otras fuentes como Arcgis Explorer, para ver donde se encontraban mejores imágenes y con mayor detalle "se escogieron imágenes en Arcgis Explorer".
- Con la verificación de información y ya teniendo digitalizados los predios, sobre el tema, generar el recorrido de las posibles rutas de cada alternativa.
- Hacer la cartografía para verificar en campo e ir con la comisión y revisar las rutas para de esta forma en oficina escoger la más viable.
- Se escoge la mejor alternativa de acuerdo al trabajo realizado en campo y en oficina, con los respectivos informes entregados por la comisión de campo.

Para la captura de puntos gps se utilizaron los equipos GARMIN referencia Oregon 550.

En el momento de la visita de campo se capturaron puntos para después en oficina descargar los archivos .gpx (que es la extensión de estos archivos) y los cuales se pueden subir directamente a ArcGIS, para después generar una capa de puntos y realizar los análisis respectivos.

También se utilizaron estos equipos para verificar la información cartográfica de predios en cuanto a los linderos de predios y demás cartografía temática. Esto se realizó montando la información digitalizada de la siguiente manera:

1. Exportando desde ArcGIS la capa de predios a formato kml.
2. Abriendo en el software GPS TRACKMAKER el archivo .kml y exportarlo a .gpx (para poder visualizarlo en los equipos GARMIN).
3. Abriendo en el software MAPSOURCE el archivo .gpx y exportarlos a los equipos GPS, para después visualizar esta información montada en los equipos y verificarlos en campo.

La información que se montó a los GPS fue la de los Predios y la de las Alternativas.

1.3.1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La gestión y planificación de las etapas de un proyecto de ingeniería requieren de la generación y la producción de información cartográfica que debe cumplir con las técnicas de calidad y otros requerimientos donde se relacionan el tiempo y los costos de producción.

Por esta razón las técnicas que se desarrollan en la geomática, orientadas a la generación, actualización y producción de información cartográfica, permite la optimización del procesamiento de la información, lo que significa minimizar costos y tiempo de elaboración.

De acuerdo a esto se evalúa la aplicación de esta tecnología en relación de la producción de este material como apoyo cartográfico y análisis espacial a proyectos de ingeniería.

1.3.1.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Este trabajo se desarrollara a partir de la revisión de fuentes primarias y secundarias para los temas de la parte ambiental, predial, social, y técnicos; igualmente se incorporara el material cartográfico, las imágenes satelitales disponibles y los demás insumos de tipo biogeográfico necesarios para analizar las posibles rutas; de esta forma generar los posibles trazados en oficina para así proceder a realizar una visita en campo y revisar fuentes primarias de información corroborando lo encontrado y analizado en oficina.

1.3.1.3. PREPARACIÓN DEL PROYECTO

Definición del área de trabajo para el análisis de las alternativas y la identificación de la información requerida para la ejecución del proyecto.

1.3.1.3.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TERRENOS DONDE SE CONSTRUIRA LA INFRAESTRUCTURA

Los terrenos donde se construirá el punto de inyección de agua (PIA), presenta afectación de tres predios (Hacienda Tenay, Santa Helena y Hacienda Santa Helena); localizados en la parte central de la vereda Dina del municipio de Aipe (Huila), en el sector petrolero de campo Dina-Hocol aproximadamente a 15 Km al norte de la

ciudad de Neiva (Huila) de la vía que conduce de Neiva a Bogotá, colindando con las siguientes veredas:

Al norte con la vereda Dindal, al sur con la vereda San Andrés de Busiraco, por el oriente con la vereda San Jorge y por el occidente con la vereda Peñas Blancas. En el área del proyecto se encuentran zonas de actividad ganadera y en su mayoría desarrollo industrial minero consolidado destinado a la explotación de hidrocarburos.

En cuanto a los recursos hídricos en la zona se encuentran jagüeyes y la quebrada El Dindal.

En la parte de cobertura vegetal que se observa se realiza con visitas de campo y fotointerpretación de imágenes en donde se encontraron zonas de arbustal abierto, bosque natural fragmentado, bosque ripario, pastos arbolados y pastos limpios.

En cuanto a la parte geológica en el área del proyecto se localiza en la región fisiográfica denominada Valle del río Magdalena delimitada al este y al oeste por la cordillera oriental y central respectivamente; la morfología del terreno es ondulada o ligeramente inclinada, se desarrolla sobre rocas sedimentarias del Mesozoico que en los extremos del área se encuentran cubiertos parcialmente por extensos depósitos del cuaternario de origen aluvial.

1.3.1.4. INFORMACIÓN DE TERRENO

En esta etapa se obtendrá toda la información del área de estudio en fotografías, obtención de coordenadas para el proceso de georeferenciación y otros datos que ayuden con la ejecución del análisis de las alternativas.

1.3.1.5. GENERACIÓN DE RESULTADOS

Realizando todo el proceso de estudio y análisis de las alternativas teniendo en cuenta aspectos como los prediales por ejemplo en la parte de la actividad económica, características climatológicas, recursos hídricos, vías, relieve, pendiente, descripción de predios de la vereda donde se genera el proyecto y afectación para cada uno de los predios en cuanto a longitud y otros en los aspectos sociales, ambientales, geológicos y sociales; para de esta forma dar el análisis respectivo a la ruta más viable para la línea eléctrica.

1.3.1.6. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Es la etapa más importante de todo este proyecto y consistirá en realizar un análisis de las alternativas que ofrecen mejores opciones para la construcción de la línea eléctrica de baja tensión 34.5 KV.

1.3.1.7. CONCLUSIONES

En esta etapa corresponde dar una explicación acabada de los resultados obtenidos y su implicancia para en el producto final y su aplicación.

1.3.1.8. METODOLOGIA ESQUEMATIZADA

METODOLOGÍA ESQUEMATIZADA

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se crea la necesidad de Información para el apoyo cartográfico en los proyectos de Ingeniería en donde la producción en términos de utilidad, costo y tiempo no es la apropiada.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Revisión de la Información en los temas ambientales, sociales, prediales y técnicos, al igual que el material cartográfico e imágenes satelitales.

ANÁLISIS DEL SISTEMA

Analizar y estudiar la Información recopilada.

PREPARACIÓN DEL PROYECTO

Definición del área de aplicación y la identificación de la Información requerida.

INFORMACIÓN DE OFICINA

INFORMACIÓN DE TERRENO

GENERACIÓN DE RESULTADOS
Cartografía

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

CAPITULO 2

1.4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.4.1. RESEÑA HISTORICA DE LA FOTOGRAMETRIA

Como todos los campos del saber, muchos talentos han aportado su conocimiento al nacimiento y desarrollo de la fotogrametría, el inicio de esta ciencia se sitúa en 1850, pero ya en el siglo XV Leonardo Da Vinci centra su estudio en materias como proyección óptica y aerodinámica.

En el año 1726, El físico suizo F.Kapeller construyo, a partir de dibujos esteroscopicos un plano topográfico del monte Pilatus, sobre el lago Lucerna, siendo esta, la primera incursión en la aplicación de la fotogrametría en levantamientos topográficos.

Luego en 1835, se inventó el estereoscopio, el que introduce el concepto de la doble imagen para la observación en tercera dimensión; y en 1893 Francois Arago y Jaques Daguerre anunciaron el proceso de captura de imágenes marcando el inicio de la aplicación de la fotografía en los levantamientos topográficos.

En 1850 Aime Laussedat oficial francés, construyo un instrumento apropiado para el levantamiento de mapas con fotografías terrestres y estableció el primer método de restitución. Con esto nace una de las importantes herramientas cartográficas, "La Fotogrametría". En 1867 presento el primer fototeodolito, que es una combinación de teodolito y cámara; y presenta el primer plano de Paris levantado por medio de fotos terrestres.

En 1858 el alemán Meydeubauer, realizo un levantamiento de obras arquitectónicas por medio de la inserción fotogramétrica a base de dos fotografías del mismo objeto tomada desde ángulos diferentes, lo que hoy se conoce como modelo fotográfico.

1.4.2. MODELO FOTOGRAMÉTRICO

Las fotografías aéreas contienen distorsiones sistemáticas originadas por el ángulo de la cámara, distancia y elevación de la superficie; por lo tanto su geometría interna difiere de su geometría espacial real por tal razón ellas son de uso limitado en el análisis geoespacial profesional.

Algunas veces remuestreos simples procesos de alabeo pueden producir correcciones que son aceptables, pero se puede usar una solución más rigurosa como las técnicas digitales para la creación de ortofotos.

1.4.3. INYECCIÓN DE AGUA

La inyección de agua es un método de inyección de fluidos el cual aumenta considerablemente el nivel de producción en pozos petroleros, ya que por la disponibilidad general del agua y la relativa facilidad con la que se inyecta, debido a la carga hidrostática que se logra en el pozo de inyección, genera una alta eficiencia del agua para el desplazamiento de aceite.

La recuperación asistida es generalmente considerada como la tercer o última etapa de la secuencia de procesamiento del petróleo, en ciertos casos se la considera como una producción terciaria. El primer paso o etapa inicial del procesamiento del petróleo comienza con el descubrimiento del yacimiento, utilizando los mismo recursos que la naturaleza provee para facilitar la extracción y la salida del crudo a la superficie (generalmente se utiliza la

expansión de los componentes volátiles y/o el pumping o bombeo forzado para removerlo hacia la superficie. Cuando se produce una considerable disminución de esta energía, la producción declina y se ingresa en la etapa secundaria donde energía adicional es administrada al reservorio por inyección de agua. Cuando la inyección de agua deja de ser efectiva por la evaluación entre una pequeña extracción de crudo y un elevado costo de la operación, se considera de mayor provecho el tratamiento del pozo. Se inicia en este punto el tratamiento terciario o recuperación asistida del pozo de petróleo. El pozo se encuentra en la etapa final de su historia utilizable y por lo tanto se comienza a entregarle a la misma energía química y térmica con el fin de aprovecharlo y recuperar al máximo la producción. Actualmente el desarrollo de la técnica de recuperación permite aplicar este método en cualquier momento de la historia útil del pozo, siempre y cuando sea obvia la necesidad de estimular la producción.

1.4.4. SISTEMA LOTICO

Son aquellos donde se incluye hábitat acuáticos de aguas corrientes como ríos, riachuelos y quebradas desprovistos de vegetación acuática emergente.

1.4.5. SISTEMAS LENTICOS

Los ambientes lenticos son cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir, como ciénagas, estanques, hábitat acuático, los lagos, las lagunas, los pantanos y humedales; estos ambientes cambian con el tiempo disminuyendo su profundidad y aumentando su vegetación hasta la desaparición total del cuerpo de agua, por lo general tienen poca profundidad y menor variación de la temperatura. En estos ambientes se distinguen zonas bien definidas: la litoral y la profundidad.

CIENAGAS: Son lagos sobre un plano inundable fluvial y marino. Pueden ser agrupadas en diferentes tipos, de acuerdo a la complejidad al sistema de lagos y su conexión con mar y ríos.

ESTANQUES: Existe muchos tipos de estanques, a veces se forman cuando los canales se llenan de agua, algunas en áreas bajas de antiguas corrientes, otros en depresión a derretirse glaciales.

HABITAT ACUATICOS: Acuáticos son aquellos en los que los animales y plantas viven y se relacionan con seres vivos en el agua. Dependiendo del tipo de agua se pueden definir los tipos de hábitat acuáticos, de agua dulce y de agua salada.

LAGOS: Cuerpos de agua semicerrados, caracterizados por estar conectados a una fuente de alimentación hídrica. Son estructuras inestables y por ende tienden a desaparecer.

PANTANO: Es una capa de aguas estancadas y poca profundidad, en el cual crece una vegetación acuática a veces densa.

HUMEDALES: Son aquellas tierras o áreas donde la saturación de agua dulce, salubre o salada, ya sea de origen superficial o subterránea (ríos, lagos, lagunas, sistemas costeros, cuevas, arroyos entre otros)

2 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE RUTA PARA LA LÍNEA ELECTRICA DE 34,5 KV

2.1 RUTA PARALELA A LA LÍNEA 115 KV “ALTERNATIVA 2”

2.1.1 Aspectos técnicos

La Alternativa 2 de la nueva línea eléctrica de 34,5 Kv que se proyecta realizar, la cual tiene una proyección de ruta paralela a la línea eléctrica existente de 115 kV, inicia su recorrido por el costado Norte de la SUBESTACION TENAY tomando rumbo Norte en un primer tramo subterráneo aproximadamente de 103 m, contados a partir del borde de la construcción de la subestación, luego cruza una vía secundaria y continúa cruzando las líneas eléctricas existentes hasta un pórtico de salida. Un segundo tramo aéreo en estructuras en H¹ que inicia en el pórtico de salida toma rumbo Noroccidente cruzando la Vía a San Francisco y la línea existente de 34,5 kV- BRISAS en el mismo punto; continúa rumbo Noroccidente y cruza la línea 115 kV, luego de realizar el cruce toma dirección Noreste y se va paralela a la línea eléctrica de 115 kV hasta llegar a cercanías de una estructura de la línea de 115 kV en donde la nueva línea de 34,5 kV toma rumbo Noroccidente hasta llegar a la estructura terminal en cercanías de la subestacion de la PÍA DT 70.

2.1.2 Aspectos prediales

La Alternativa 2, presenta afectación en tres predios, los cuales son: Hacienda Tenay, Santa Helena y Hacienda Santa Helena, como se muestra en la imagen 1:

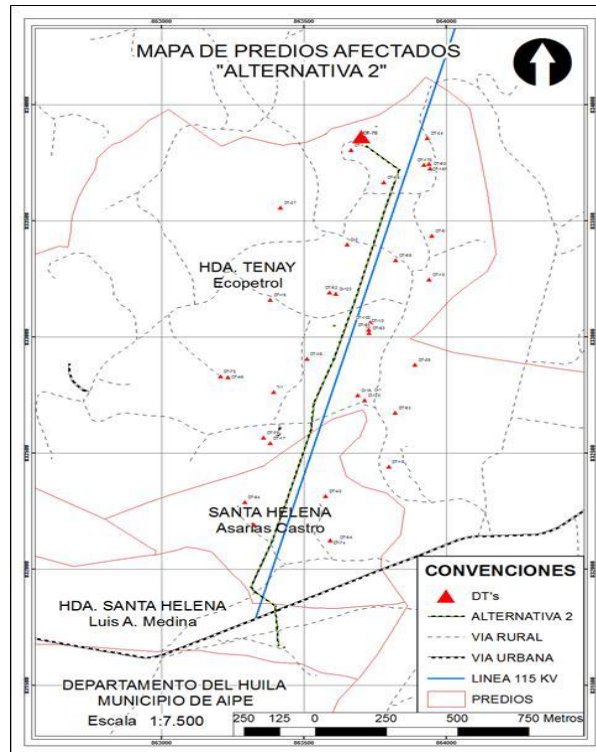


Imagen 1 Afectación de predios

¹ Es un tipo de poste para líneas eléctricas, las cuales son utilizadas en terrenos abruptos y para grandes tramos interpostales.

Los cuales se encuentran localizados en la parte central de la vereda Dina del municipio de Aipe (Huila), en el sector Petrolero de Campo Dina – Hocol, la zona tiene las siguientes características:

– Delimitación del Área del Proyecto

Vereda Dina, localizada a 15 Km aproximadamente al norte del municipio de Neiva (Huila), de la vía que conduce de Neiva a Bogotá, conlindando con las siguientes veredas:

Norte: Vereda Dindal

Sur: Vereda San Andres de Busiraco

Oriente: Vereda San Jorge

Occidente: Vereda Peñas Blancas

Tal como se muestra en la imagen 2 a continuación:



Imagen 2 Delimitación del área del proyecto

- Actividad Economica

En el área del proyecto encontramos zonas de actividad ganadera y en una mayor proporción desarrollo industrial minero consolidado, el cual esta destinado a la explotación de hidrocarburos.



zonas de actividad ganadera



zonas de actividad ganadera



zonas de explotacion de hidrocarburos



zonas de explotacion de hidrocarburos

Imagen 3 Actividad económica

- Caracteristicas Climatologicas²

Altura: Entre 440 a 460 m.s.n.m.

Temperatura: 30°C. Grados centrigados en promedio.

- Recursos Hidricos

En la zona se encuentran jagüeyes y una quebrada de nombre El Dindal.

² FUENTE: Plan de Desarrollo Económico del Municipio de Aipe 2012 – 2015 (Acuerdo 001 .2012)



Quebrada el Dindal



Zona de jagüeyes

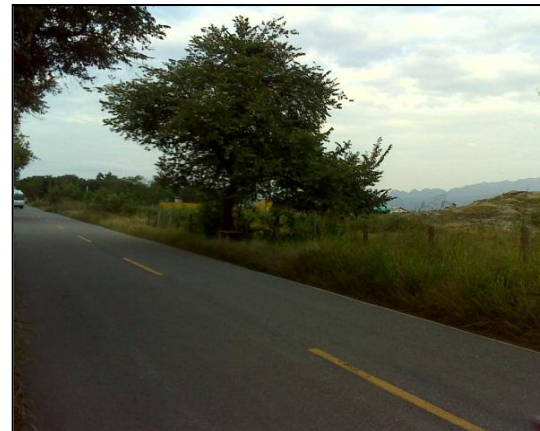
Imagen 4 Recursos hídrico

- Vias

Via Rural que conduce de la Troncal Neiva-Bogota a la Vereda San Francisco y vías Internas construidas por ecopetrol o sus empresas concesionarias, tanto pavimentadas como carreteables que conducen a las zonas de explotación de Hidrocarburos.



Via Interna



Via Rural

Imagen 5 Vías de acceso

- Relieve y Pendiente

En la zona de estudio se encuentra el tipo de relieve plano a inclinado y con pendientes de 5 al 12 %.



Relieve y Pendiente



Relieve y Pendiente

Imagen 6 Relieve y pendiente

- Descripción de Predios

La información predial fue tomada de la base cartografía suministrada por ECOPETROL, con vigencia 2013 y procesada en el software para sistemas de información geográfico ArcGis 9.3, las herramientas de análisis espacial de dicho programa sirvieron como base en el cálculo de longitudes y áreas de afectación, las áreas de terreno total y de afectación para cada predio fueron calculadas a partir de las diferentes herramientas que tiene el software anteriormente mencionado.

1. *Hacienda Santa Helena*, tiene un área cartográfica de 523877,54 m²; la Alternativa 2 tiene una afectación para este predio en 182.50 metros lineales y según las especificaciones técnicas³ la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 2747,73 m². En el recorrido de la Alternativa 2 para este predio, no se encuentra ningún tipo de construcción ni mejora, que se afecte por el trazado de esta alternativa 2, el terreno es ondulado y no se afecta ningún cuerpo de agua.



Predio Hacienda Santa Helena



Lindero Norte Hacienda Santa Helena

³ Manual para Redes de Distribución Eléctrica 34.5 KV. Instituto Costarricense de Electricidad. Julio de 2006.

Imagen 7 Predio SANTA HELENA

2. *Santa Helena*, tiene un área cartográfica de 423549,42 m²; la Alternativa 2 tiene una afectación para este predio en 793,86 metros y según las especificaciones técnicas⁴ la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 11902,55 m². En el recorrido de la Alternativa 2 para este predio, no se encuentra ningún tipo de construcción ni mejora, que se afecte por el proyecto, el terreno es ondulado y no se afecta ningún cuerpo de agua por la Alternativa 2.



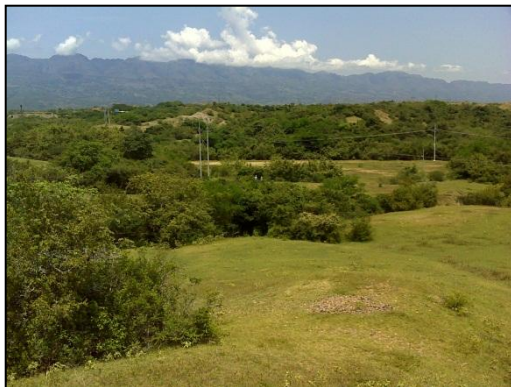
Predio Santa Helena



Lindero Norte Predio Santa Helena

Imagen 8 Predio SANTA HELENA

3. *Hacienda Tenay*, tiene un área cartográfica de 5104948,21 m²; la Alternativa 2 tiene una afectación para este predio en 1340,66 metros lineales y según las especificaciones técnicas⁵ la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 20096,64 m². En el recorrido de la Alternativa 2 para este predio, no se encuentra ningún tipo de construcción ni mejora, que se afecte por el proyecto, el terreno es Plano a Ondulado y no se afecta ningún cuerpo de agua por la Alternativa 2.



Predio Hacienda Tenay



Predio Hacienda Tenay

Imagen 9 Predio Hacienda TENAY

⁴ Manual para Redes de Distribución Eléctrica 34.5 KV. Instituto Costarricense de Electricidad. Julio de 2006.

⁵ Manual para Redes de Distribución Eléctrica 34.5 KV. Instituto Costarricense de Electricidad. Julio de 2006.

2.1.3 Aspectos sociales

El proyecto se ubica en jurisdicción del Municipio de Aipe, departamento del Huila, que es una de las entidades territoriales más antiguas de la región, creada en el año 1530 en un puerto del río Magdalena para posteriormente ser trasladada al sitio donde hoy se halla su cabecera municipal. Desde sus orígenes y hasta el presente, el municipio se encuentra fuertemente ligado con el río Magdalena y es así como su consolidación demográfica y económica ocurrida en la primera mitad del siglo XIX se asocia a las actividades económicas y de navegación que se desarrollaron en esta importante arteria fluvial. Posteriormente, factores como el ingreso del ferrocarril, la construcción de la Troncal del Magdalena y el desarrollo de la industria petrolera, fueron los impulsores de su desarrollo como ente administrativo. (Plan de Desarrollo Municipal, 2012-2015). Según la distribución de la población, este es un municipio que concentra un alto porcentaje de la misma en el zona urbana (67%) y en la zona rural reside el 37% restante, aspecto que es consistente con el patrón nacional en el cual existe una tendencia marcada hacia la urbanización⁶.

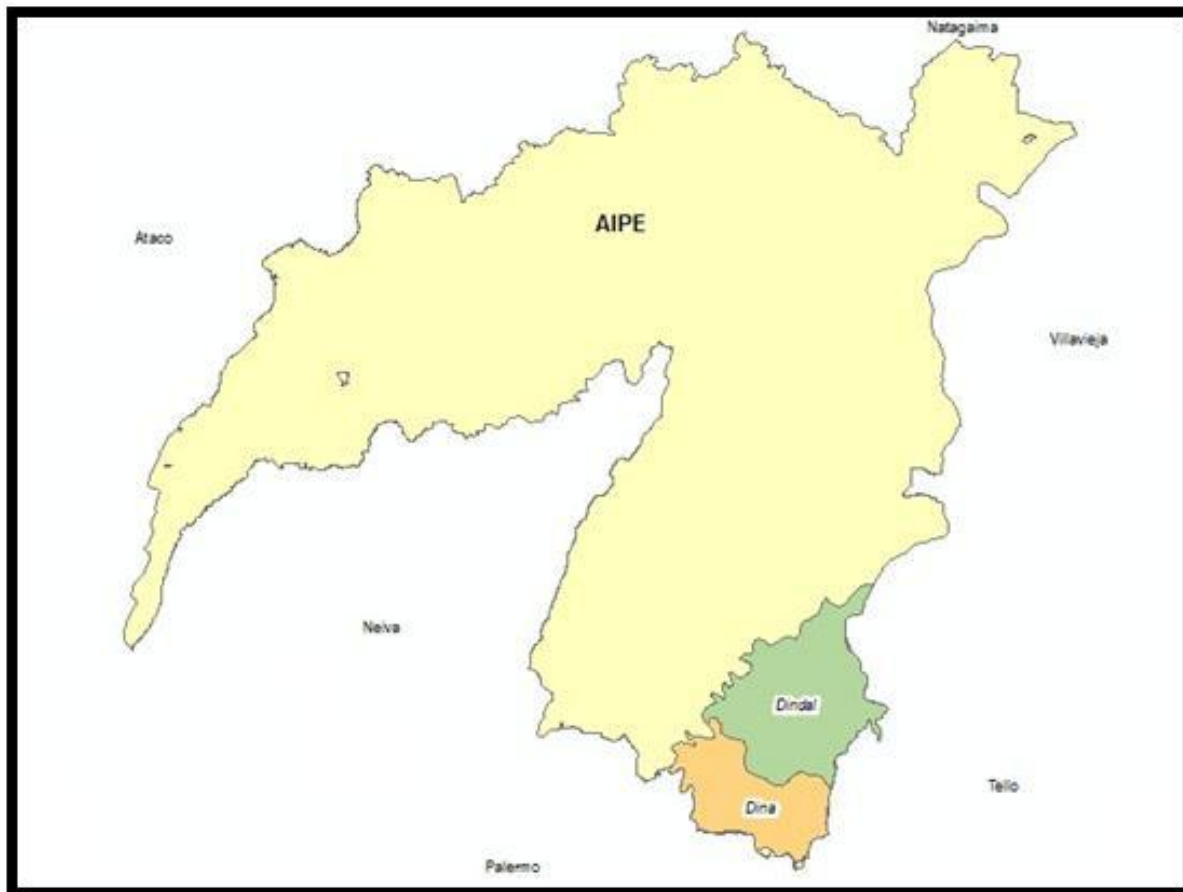


Figura 1 Localización general del proyecto

⁶ FUENTE: Plan de Desarrollo Económico del Municipio de Aipe 2012 – 2015 (Acuerdo 001 .2012)

Las unidades territoriales del municipio de Aipe por donde se trazan las tres Alternativas corresponden a las veredas Dina y Dindal. (ANEXO, Mapa de Localización General) La primera tiene un área de 28.861 km² y la segunda es de 44.149 km². Según lo observado en la visita de campo, estas veredas se caracterizan por ser asentamientos rurales dispersos, destacándose en Dindal un centro nucleado denominado Cruce Guacirco. Dina es la vereda que tiene un mayor número de habitantes (396 hab.), mientras que en Dindal se registra un total de 300 personas. (Plan de Desarrollo Económico del Municipio de Aipe 2012 – 2015 (Acuerdo 001. 2012)). Las cifras de población y área, permiten establecer que la densidad de población de estas veredas es muy baja dado que en Dina es equivalente al 0,013 h/km² y en Dindal es aún más baja con el 0,006 h/km², cifras que se pueden correlacionar con el tamaño predominante de los predios que en la zona rural son fincas con áreas entre 40 ha y 50 ha.

Al considerar la calidad de vida de estas comunidades, con relación al acceso a los servicios públicos, se puede establecer que sus condiciones no son diferentes a las de otras zonas rurales del país, en las cuales es común la baja cobertura y calidad de los servicios, aspecto que incide directamente en los niveles de vida de las comunidades rurales. En ambas veredas, el servicio que tiene mayor cobertura es la energía eléctrica, mientras que el abastecimiento de agua se efectúa a través de acueductos veredales o con el sistema de pozos profundos; el manejo de las aguas residuales se realiza a través de pozos sépticos o a campo abierto y el cubrimiento de la red de gas natural apenas alcanza el 2% de las viviendas en Dindal y el 25% en Dina, cobertura que obliga a la utilización del gas en pipeta o al uso de la madera para cocinar los alimentos⁷.

Otro factor que incide en la calidad de vida es el acceso al sistema de salud. En la vereda Dina predomina la afiliación al régimen contributivo, seguido del régimen subsidiado. En la vereda Dindal predomina la población afiliada al régimen subsidiado y también se presenta población inscrita al contributivo.

Respecto a las actividades económicas que se desarrollan en las veredas, en ambas predomina el desarrollo de la ganadería extensiva de tipo lechero que se combina con la extracción de hidrocarburos y en menor escala con la agricultura. También se encuentra un incipiente desarrollo de actividades de comercio y servicio para atender las demandas de la población asociada con la actividad petrolera.

Los criterios que se tienen en cuenta para efectuar el análisis de las Alternativas de ruta para la línea eléctrica de 34,5 kv, desde los aspectos sociales son: viviendas, población, infraestructura social, de servicios y uso actual del suelo. Las fuentes que se emplean para la comparación de las Alternativas son el Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015, la observación efectuada en campo y el estudio de la Modificación del Plan de Manejo Ambiental Integral del Campo Huila.

- **Viviendas y población**

Por el trazado de la ruta de esta Alternativa, no se encuentran viviendas ni población, según se corroboró en la salida de campo. Sin embargo se observó una vivienda que se ubica en el costado sur de la vía que conduce a San Francisco, a una distancia de 145 m del área por donde saldría el trazado de la Subestación Tenay. Las coordenadas de la vivienda son E: 863257 y N: 831753 y se aprecia en las siguientes fotografías.

⁷ FUENTE: Plan de Desarrollo Económico del Municipio de Aipe 2012 – 2015 (Acuerdo 001 .2012)



Imagen 10
vivienda



Imagen 11
Área donde realizan actividades de comercio

En este mismo sector se observan tres viviendas, ubicadas en ambos costados de la vía mencionada.



Imagen 12
Vivienda en el costado norte de la
vía a San Francisco cercana a la
Subestación Tenay



Imagen 13
Vivienda que se ubica en la
entrada de la Subestación
Tenay



Imagen 14
Vista posterior del grupo de
viviendas ubicadas cerca a la
Subestación Tenay

Hacia el norte, a una distancia de 77 m del trazado de la Alternativa 2, se encuentra también la vivienda de la finca Santa Helena en las siguientes coordenadas: E: 863429 y N: 832028. Por un costado de la vivienda pasa la línea de 115 kv como se observa en la siguiente fotografía.



Imagen 15



Imagen 16

Torre de la línea de 115 kv que se ubica a un costado de la vivienda de la finca Santa Helena; se observó que la misma se encuentra habitada.

Vía de acceso a la vivienda de la Finca Santa Helena

- **Infraestructura social y de servicios**

La infraestructura que se observó en la visita de campo, corresponde a las redes de energía eléctrica tanto del Sistema Nacional de Transmisión como de las líneas privadas de Ecopetrol. En relación con la infraestructura para el suministro de agua, se observó que en las fincas existen tanques elevados y sus respectivas redes de distribución, por lo cual se asume que la fuente de abastecimiento es subterránea. En los predios donde existen cuerpos de agua superficiales se apreció infraestructura para su captación.



Imagen 17

En la fotografía se observa la diversidad de líneas de transmisión que atraviesan el territorio de las dos veredas.



Imagen 18

Al fondo se aprecia un tanque de almacenamiento y la manguera de distribución en la Finca Santa Helena.



Imagen 19

Infraestructura para captación de agua.

La infraestructura vial, en la zona de estudio, la compone una vía secundaria que se desprende de la Troncal del Magdalena y que conduce a San Francisco, que se encuentra en buen estado y por donde transitan vehículos particulares, motocicletas, transporte público, parque automotor asociado a la industria minera de diferente dimensión y peatones. Esta vía atraviesa la vereda Dina.

Al interior de la vereda Dina se encuentran vías terciarias y caminos que comunican a las fincas y a los múltiples pozos petroleros. Estas vías son usadas por los habitantes de los predios y por los vehículos de las empresas petroleras.



Imagen 20

Vía aldeaña a la Subestación Tenay, que conduce también al sector sur de la vereda Dina.

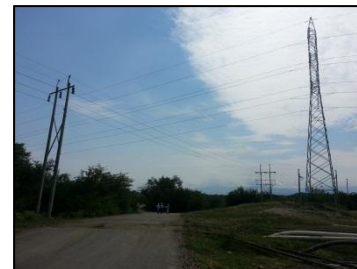


Imagen 21

Vía en la vereda Dina en área de infraestructura petrolera

Según lo observado en campo, en el trazado que se propone para la Alternativa 2 se apreció infraestructura vial y de energía eléctrica, como las que se muestran en las fotografías anteriores. No existe

infraestructura social, sin embargo se recomienda que en una etapa posterior se precise la ubicación de los sistemas de abastecimiento de agua de las fincas para evitar que sean afectados por la construcción de la nueva línea.

- **Uso actual del suelo**

En el área de la Alternativa 2, se presentan diversos tipos de topografía, sobresaliendo el relieve ondulado y en menor proporción las áreas planas y los suelos de ribera pertenecientes a la Quebrada Dindal y a otros cuerpos de agua superficiales intermitentes. Se observaron suelos con vegetación, especialmente en los alrededores de los cuerpos de agua; suelos con pastos arbolados, áreas de pastos limpios, algunos cultivos de pancoger en los alrededores de las viviendas de las fincas y áreas destinadas para la red vial y para la infraestructura eléctrica. En esta Alternativa predomina el uso de pastoreo intensivo, con el 63% del área, seguido del uso para protección con el 26% y finalmente el uso de producción protección con el 11%.



Imagen 22

Pastos arbolados dedicados a la ganadería extensiva



Imagen 23

Vegetación asociada a cuerpos de agua

En la siguiente tabla se aprecia los usos predominantes en el trazado de la Alternativa 2

Tabla 1 Uso actual del suelo en la Alternativa 2

Predios	Producción protección (m ²)	Pastoreo Extensivo (m ²)	Protección (m ²)	Área tota (m ²)I
3	3416,84	19595,15	8195,34	31207,3
Porcentaje	11	63	26	100

Fuente: Cálculos mediante información digitalizada del Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte. estudiantes 2013

El uso productivo del suelo en el área se ve seriamente limitado por las condiciones climáticas, y por la poca disponibilidad del recurso hídrico. En la siguiente figura se observa los usos del suelo para las tres Alternativas. En el plano ANEXO, Mapa de Uso del Suelo, se presentan los usos actuales del suelo.

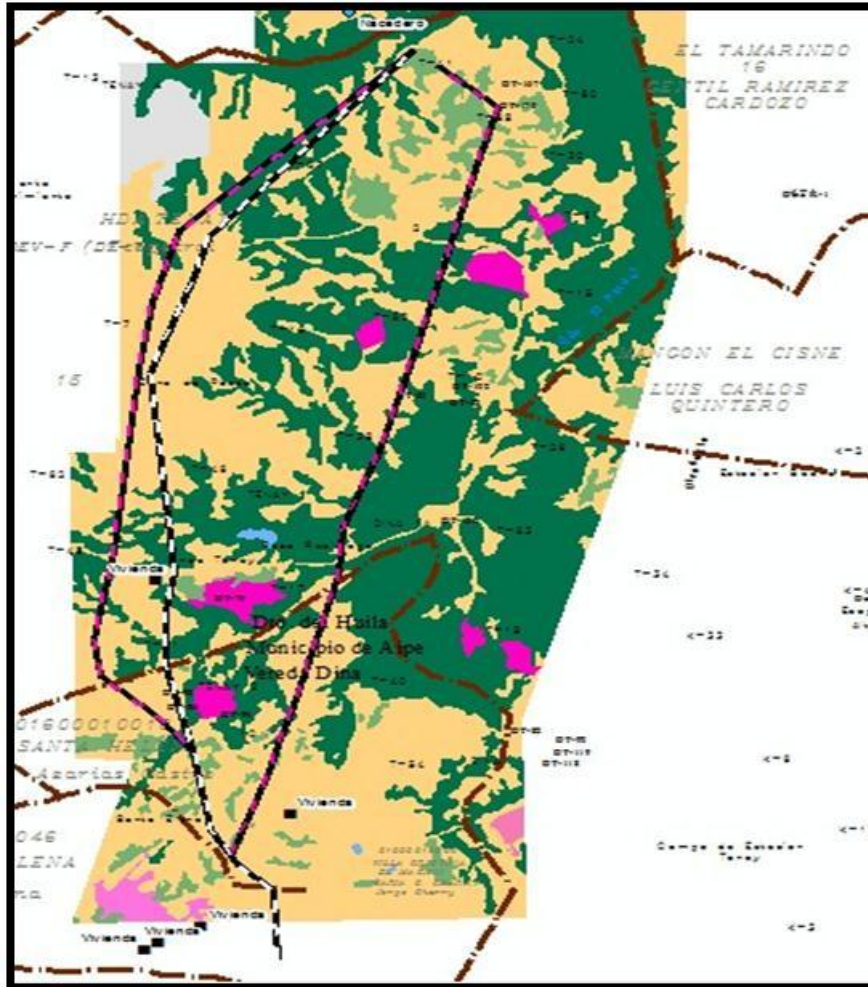


Figura 2 Uso del suelo para las tres Alternativa

2.1.4 Aspectos ambientales

2.1.4.1 Hidrología

2.1.4.1.1 Sistemas Lóticos

El campo Huila Norte, se encuentra bajo la dinámica fluvial del Río Magdalena, donde sus principales aportes provienen de la precipitación, la escorrentía superficial, los flujos subterráneos y el aporte de importantes afluentes como el río Baché y las quebradas Cuisinde, Guadaleja, Buciraco, Boquerón, **El Dindal**, Viliviles, Los Cauchos, Bateas, La Pava, Guamal y La Sucia (Plan de Desarrollo Económico del Municipio de Aipe 2012 – 2015 (Acuerdo 001 .2012)), además del aporte de numerosos tributarios de carácter intermitente que presenta caudal en época de lluvias.

De manera puntual el área de interés para las rutas paralelas a la línea 34KV, (Alternativa 1 y 1A) se encuentra ubicada dentro de la Subcuenca de la Quebrada El Dindal, la cual de acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Aipe (Acuerdo 009 de 2000), esta micro cuenca presenta importancia ambiental debido a " *que hace tiempo disminuyo el caudal hasta desaparecer totalmente y quedar la quebrada de flujo intermitente. esto indica que solo se presenta caudal durante los periodos de lluvia; la disminución del caudal se debe a la*

constante deforestación de su rivera y posiblemente a la actividad petrolera que en un principio no tomo las medidas ambientales necesarias para mitigar el impacto de su actividad, por tal razón esta micro cuenca merece una consideración para su posible recuperación en el futuro”

Sin embargo, pese a lo establecido en el EOT, la Quebrada El Dindal, no es incluida dentro del Plan de Desarrollo Económico del Municipio de Aipe 2012 – 2015 (Acuerdo 001 .2012) *Programa Directrices de manejo en las Áreas de Reserva para la Conservación Protección del Medio Ambiente y los Recursos Naturales*, como fuente hídrica de interés público.

De acuerdo a lo observado en campo, la Alternativa 2, cruza de manera directa e indirecta por tres fuentes de agua, las cuales son afluentes de la Q. Dindal. En el siguiente cuadro, se relacionan las coordenadas por las que atraviesa la ruta de la Alternativa 2, sobre este cuerpo de agua y sus afluentes.

Tabla 2 Cuerpos de agua alternativa 2

COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		SISTEMA LOTICO	VEREDA	MUNICIPIO
ESTE (m)	NORTE (m)			
863584	832854	Quebrada intermitente y afluente de la Q. Dindal	Dina	Aipe
863539	832732		Dina	Aipe
863523	832616	Q. Atenea. Flujo permanente. Afluente de la Q. Dindal	Dina	Aipe



Imagen 24 Quebrada Dindal

COORDENADAS E863596 N832692

2.1.4.1.2 Lenticos

Dentro del área objeto de este estudio, se observó la presencia de los siguientes cuerpos de agua lenticos que corresponden principalmente a lagunas artificiales, las cuales son de gran importancia para el sector ya que son ecosistemas estratégicos para la avifauna local, sin embargo no son afectadas por la ruta de la Alternativa 2. A continuación se presenta la tabla de coordenadas y distancias de donde pasa la alternativa a estos cuerpos de agua.

Tabla 3 UBICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA LENTICOS

COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		SISTEMA LENTICO	DISTANCIA(*)	VEREDA
ESTE (m)	NORTE (m)			
863373	832689	Laguna	115 mts	Aipe
863629	831890	Laguna	215 mts	Aipe
863559	831935	Laguna	298 mts	Aipe

(*)Distancia existente entre el extremo del cuerpo de agua y el límite del ancho de servidumbre de la Alternativa 2.



Imagen 25 Laguna Artificial
E: 863559 N: 831935



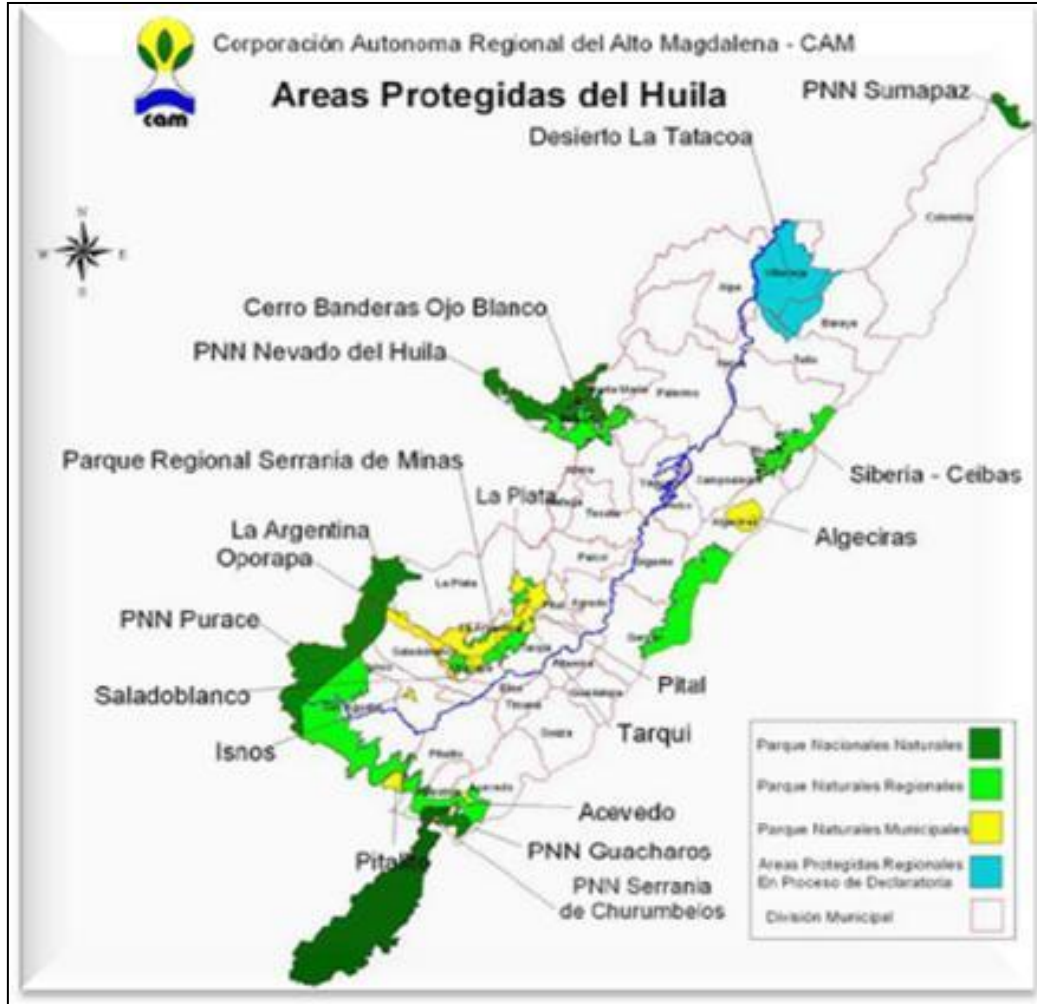
Imagen 26 Laguna Artificial
E: 863373 N: 832689

2.1.4.2 Vegetación y paisaje

2.1.4.2.1 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Según el SIDAP⁸, dentro de la zona del proyecto del Campo Huila-Norte, no se encuentran áreas protegidas o de manejo especial como parques nacionales, reservas públicas o de la sociedad civil, áreas de ordenación forestal o distritos de manejo integrado. En la figura 3, se dan a conocer las áreas protegidas del Departamento del Huila

⁸ Sistema Departamental de Áreas Protegidas- Huila



Fuente: Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral Campo Huila Norte

Figura 3 Áreas Protegidas del Departamento del Huila

2.1.4.2.2 Cobertura vegetal

Para el área objeto de este documento, se observaron a través de visita de campo y fotointerpretación de imágenes de satélite, las siguientes unidades de cobertura vegetal, las cuales responden a la leyenda de clasificación de la metodología CorineLandCover adaptada para Colombia⁹. Ver Plano ANEXO, Mapa de Cobertura Vegetal e Hidrología.

⁹Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra. IDEAM, Junio 2010

UNIDAD DE COBERTURA VEGETAL	SIMBOLO	AREA	DESCRIPCIÓN (*)
Arbustal Abierto	Aa	598.62 m ²	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos que forman un estrato discontinuo. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o han tenido leve intervención y conservan su estructura funcional.
Bosque Natural Fragmentado	Bf	3416.8 m ²	Es aquel bosque que crece por generación espontánea en un área determinada y en condiciones favorables. Se ha desarrollado sin la intervención humana. Constituido por especies nativas, establecido bajo regeneración natural, sin técnicas silviculturales contenidas en un plan de manejo forestal
Bosque Ripario	Br	8195.3 m ²	Se encuentran a lo largo de las márgenes de los cursos de agua permanente y temporal, desde pequeñas conformaciones en los sitios más altos de los nacimientos y en las pequeñas quebradas, hasta bosques más densos y combinados con vegetación xerofítica en los cuerpos de agua que atraviesan el área de estudio.
Pasto arbolados	Pa	18480.3 m ²	Tierras cubiertas con pastos con presencia de árboles con altura superior a 5 metros
Pastos Limpios	Pl	516.2 m ²	Son los sitios de pasturas que generalmente presentan algún tipo de manejo que impide el desarrollo de otras coberturas.

(*) Fuente: Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte. 2013.

Tabla 4 Cobertura vegetal



Imagen 27 Pastos arbolados



Imagen 28 Bosque Ripario



Imagen 29 Bosque Natural Fragmentado

2.1.4.2.3 Zonificación Ambiental

El documento Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte, el cual fue presentado por Ecopetrol a la Agencia Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, indica que en Campo Huila Norte esta zonificado bajo las siguientes categorías:

Tabla 5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

SENSIBILIDAD	COMPONENTE	ÁREA
MUY ALTA	Nacimientos y su ronda de protección de 100 metros.	ÁREAS DE ESPECIAL SIGNIFICADO AMBIENTAL
ALTA	Bosque ripario	ÁREAS DE ESPECIAL SIGNIFICADO AMBIENTAL
	Cuerpos de agua (ríos, quebradas, lagunas) y su ronda de protección de 30 metros.	ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL
	Pozos profundos, aljibes y jagüeyes y su ronda de protección de 30 metros.	
	Estabilidad Geotécnica baja, Formación Honda y Las Formaciones cretácicas Villeta, Monserrate y Guaduas, donde existe un predominio de pendientes entre los 20° y 30°	ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL
	Centro poblados Poblados Corregimiento Guacirco, Cuisinde (cercanía a la	ÁREAS DE

		línea principal).	IMPORTANCIA SOCIAL
		Viviendas dispersas Dindal, Dina, Hato Nuevo, La Mata y Peñas Blancas	
		Infraestructura de Servicios Sociales. Escuelas, Polideportivos, Centros de Salud y Jardines Infantiles.	
		Infraestructura de Servicios Públicos, Energía Eléctrica, Acueducto, Alcantarillado, Manejo de Servicio, Telefonía.	
		Sistema de Riego	
		Vías pavimentadas	
		Vías sin pavimentar	
		Carreteables	
	MODERADA	Susceptibilidad a la erosión severa	ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL
		Áreas de uso inadecuado o subutilizado	
		Áreas de riesgo bajo de inundación	ÁREAS DE RIESGO Y AMENAZA
		Áreas de riesgo muy bajo por deslizamiento	
		Estabilidad alta	ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL
		Grado de pendiente del terreno plana (menor a 5°).	
		Mosaico de pastos con espacios naturales	ÁREAS DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA
		Pozos Petroleros	
		Oleoductos	
		Actividades Agropecuarias	ÁREAS DE IMPORTANCIA SOCIAL
		Estructura de la propiedad (Minifundio, Mediana Propiedad)	
		Senderos	
	Áreas con potencial arqueológico medio.		
	BAJA	Susceptibilidad a la erosión leve	ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL
		Áreas de uso adecuado	
		Áreas de riesgo medio de inundación	ÁREAS DE RIESGO Y AMENAZA
		Áreas de estabilidad muy alta	ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL
		Depósitos de terrazas aluviales y depósitos aluviales recientes (interés hidrogeológico moderado)	

	Pastos limpios manejados	ÁREAS DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA
	Terrenos de baja actividad económica	ÁREAS DE IMPORTANCIA SOCIAL
	Áreas con potencial arqueológico bajo.	

Fuente: Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte. 2013.

2.2 RUTA PARALELA A LA LÍNEA 34,5 KV ALTERNATIVA 1 Y ALTERNATIVA 1A

2.2.1 Aspectos técnicos

Se evaluaron dos Alternativas que van paralelas a la línea de energía eléctrica de 34,5 kV. Alternativa 1 y Alternativa 1A, inician de la misma forma que la Alternativa 2, la nueva línea a 34,5 kV que se proyecta realizar paralela a la línea de energía eléctrica de 34,5 kV, inicia su recorrido en la subestación TENAY tomando rumbo Norte en un primer tramo subterráneo aproximadamente de 103 m, contados a partir del borde de la construcción de la subestación, luego cruza una vía secundaria y continua su recorrido pasando por las líneas existentes hasta un pórtico de salida. Un segundo tramo aéreo en estructuras en H que inicia en el pórtico de salida toma rumbo Noroccidente cruzando la Vía a San Francisco y la línea de 34,5 kV - BRISAS en el mismo punto; continua rumbo Noroccidente y cruza la línea 115 kV, luego de realizar el cruce, aproximadamente a 300 m de la Alternativa 1, cruza la línea eléctrica de 34,5 kV - BRISAS y se va por la margen izquierda esquivando una zona marcada como nacedero de agua, mientras que la Alternativa 1A continua por la margen derecha, ambas líneas con dirección Noroccidente y se va paralela a la línea 34,5 kV - BRISAS hasta llegar a una estructura de 4 postes en donde las dos Alternativas toman rumbo hacia la PÍA-DT 70.

2.2.2 Aspectos prediales

Para esta ruta tenemos dos Alternativas, Alternativa 1 y Alternativa 1-A, las cuales afectan los mismos tres predios predios (Hacienda Tenay, Santa Helena y Hacienda Santa Helena), que la Alternativa 2, como se muestra en la siguiente imagen:

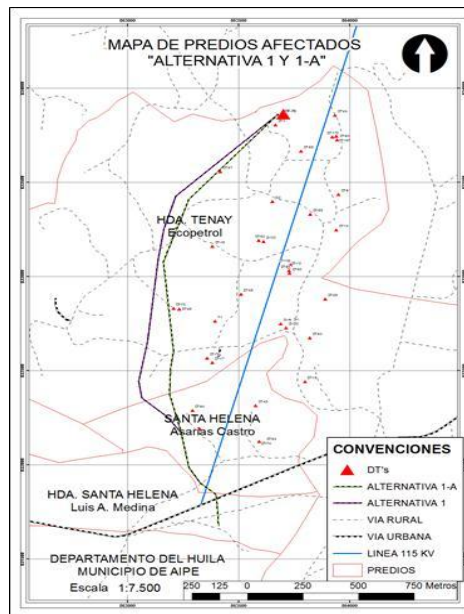


Figura 4. Aspectos prediales Alternativas 1 y 1A.

Los cuales se encuentran localizados en la parte central de la vereda Dina del municipio de Aipe (Huila), en el sector Petrolero de Campo Dina – Hocol, las características que tiene la zona objeto de estudio son las mismas que las descritas anteriormente para la ruta paralela a la línea 115 kv.

➤ Descripción de Predios

1. *Hacienda Santa Helena*, tiene un área cartográfica de 523877,54 m²; la Alternativa 1 tiene una afectación para este predio en 183,10 metros lineales y según las especificaciones técnicas la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 2747,76 m². Para la Alternativa 1-A tiene una afectación para este predio en 183,59 metros y según las especificaciones técnicas la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 2747,75 m². En el recorrido de la Alternativa 1 y 1-A para este predio, no se encuentra ningún tipo de construcción ni mejora, que se afecte por el proyecto, el terreno es ondulado y no se afecta ningún cuerpo de agua.



Imagen 30. Predio Hacienda Santa Helena



Imagen 31. Lindero Norte Hacienda Santa Helena

2. *Santa Helena*, tiene un área cartográfica de 423549,42 m²; la Alternativa 1 tiene una afectación para este predio en 599,54 metros y según las especificaciones técnicas la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 8992,30 m². Para la Alternativa 1-A, tiene una afectación para este predio en 580,94 metros y según las especificaciones técnicas la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 8728,69 m². En el recorrido de la Alternativa 1 y la Alternativa 1-A para este predio, no se encuentra ningún tipo de construcción ni mejora, que se afecte por el proyecto, el terreno es ondulado y no se afecta ningún cuerpo de agua.



Imagen 32. Predio Santa Helena



Imagen 33. Lindero Norte Predio Santa Helena

3. *Hacienda Tenay*, tiene un área cartográfica de 5104948,21 m²; la Alternativa 1 tiene una afectación para este predio en 1744,40 metros lineales y según las especificaciones técnicas la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 26161,95 m². Para la Alternativa 1-A, tiene una afectación para este predio en 1656,60 metros y según las especificaciones técnicas la servidumbre para esta Alternativa genera un área de afectación de 24838,30 m². En el recorrido de la Alternativa 1 y 1-A para este predio, no se encuentra ningún tipo de construcción ni mejora, que se afecte por el proyecto, el terreno es Plano a Ondulado, el suelo es mas arido que en el recorrido de la Alternativa 2 y no se afecta ningún cuerpo de agua.



Imagen 34. Predio Hacienda Tenay



Imagen 35. Predio Hacienda Tenay

2.2.3 Aspectos sociales

2.2.3.1 Alternativa 1

- **Viviendas y población**

El trazado inicial de esta Alternativa presenta las mismas condiciones que para la Alternativa 2, en donde se aprecian viviendas cercanas a la Subestación Tenay. Al pasar la vía pavimentada, por todo el trazado no existen viviendas.

- **Infraestructura social y de servicios**

En esta Alternativa también se observaron vías que comunican con los pozos petroleros y redes de energía eléctrica.

- **Uso actual del suelo**

La distribución del uso del suelo es igual para las Alternativas 1-A y 1, según se aprecia en la siguiente tabla. Predomina el uso del suelo para el pastoreo extensivo, con ganadería de tipo lechero.

Tabla 6 Uso actual del suelo para la Alternativa 1

PREDIOS	PRODUCCIÓN PROTECCIÓN	PASTOREO EXTENSIVO	PROTECCIÓN	ÁREA TOTAL
3	1573,80	24657,97	7919,75	34151,52
Porcentaje	5 %	72 %	23 %	100

2.2.3.2 Alternativa 1A

- **Viviendas y población**

En esta Alternativa se aprecian las mismas viviendas que fueron identificadas para la Alternativa 2 en el área aledaña a la Subestación Tenay. En el trazado de esta Alternativa se observa una vivienda que se encuentra a 30 m, correspondiente a la casa de la Hacienda Tenay de propiedad de Ecopetrol que se encuentra actualmente habitada. Aproximadamente a una distancia de 80 m pasa la línea de energía eléctrica de 34.5 kV de Ecopetrol.



Imagen 36 Vivienda de la Hacienda Tenay y corrales para el manejo del ganado

- **Infraestructura social y de servicios**

Al igual que para la Alternativa 2, se observó infraestructura eléctrica y vial. En esta Alternativa aplican las descripciones que se realizaron en la Alternativa 2.

- **Uso actual del suelo**

En el área por donde se diseña el trazado de esta Alternativa, predomina el uso para el pastoreo extensivo con el 72%; el área de protección equivale al 23% y la zona de producción protección es del 5%. En campo se observó que el uso predominante en la ganadería extensiva es de tipo lechero.

Tabla 7 Uso del suelo actual en la Alternativa 1A

Pedios	Producción protección	Pastoreo Extensivo	Protección	Área total
3	1704,43	23444,13	7521,28	32669,84
Porcentaje	5	72	23	100

- **Potencial arqueológico**

Alternativa 1A: El área del trazado posee un paisaje que va de ondulado a quebrado con alturas entre los 500 y los 1200 msnm. Se presentan sectores de terrazas medias y laderas de pendiente moderada con intervención antrópica evidenciada en la deforestación y siembra de pastos para ganadería, en las cuales es posible hallar montículos funerarios y material arqueológico en superficie. Potencial Alto.

2.2.4 Aspectos ambientales

2.2.4.1 Hidrología

2.2.4.1.1 Sistemas Lóticos

El campo Huila Norte, se encuentra bajo la dinámica fluvial del Río Magdalena, donde sus principales aportes provienen de la precipitación, la escorrentía superficial, los flujos subterráneos y el aporte de importantes afluentes como el río Baché y las quebradas Cuisinde, Guadaleja, Buciraco, Boquerón, **El Dindal**, Viliviles, Los Cauchos, Bateas, La Pava, Guamal y La Sucia, además del aporte de numerosos tributarios de carácter intermitente que presenta caudal en época de lluvias.

De manera puntual, el área de interés para la ruta paralela a la línea de energía eléctrica de 115 KV, (Alternativa 2) se encuentra ubicada dentro de la Subcuenca de la Quebrada El Dindal, la cual de acuerdo al Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Aipe (Acuerdo 009 de 2000), esta micro cuenca presenta importancia ambiental *debido hace tiempo disminuyo el caudal hasta desaparecer totalmente y quedar la quebrada de flujo intermitente. esto indica que solo se presenta caudal durante los periodos de lluvia; la disminución del caudal se debe a la constante deforestación de su rivera y posiblemente a la actividad petrolera que en un principio no tomo las medidas ambientales necesarias para mitigar el impacto de su actividad, por tal razón esta micro cuenca merece una consideración para su posible recuperación en el futuro* Sin embargo, pese a lo establecido en el EOT, la Quebrada El Dindal, no es incluida dentro del Plan de Desarrollo Económico del Municipio de Aipe 2012 – 2015 (Acuerdo 001 .2012) *Programa Directrices de manejo en las Áreas de Reserva para la Conservación Protección del Medio Ambiente y los Recursos Naturales*, como fuente hídrica de interés público.

En este mismo documento se informa que la Quebrada Dindal no abastece a ningún acueducto rural de la zona, y que las personas que se encuentran en cercanías de esta quebrada no han sido atendidas con con el servicio. Ante esta situación, se podría predecir que los habitantes ubicados dentro del área objeto de este documento, se abastecen de agua para consumo, proveniente de la Quebrada El Dindal y sus afluentes.

Tabla 3 cuerpos de agua ALTERNATIVA 1

COORDENADAS		SISTEMA LOTICO	VEREDA	MUNICIPIO
DATUM MAGNA SIRGAS	ORIGEN BOGOTÁ			
ESTE (m)	NORTE (m)			
863119	832936	Quebrada intermitente y afluente de la Q. Dindal	Dina	Aipe
863106	832821		Dina	Aipe
863099	832748		Dina	Aipe
863106	832821		Dina	Aipe
863089	832666		Dina	Aipe
863203	832219		Dina	Aipe
863095	832325	Q. Atenea. Flujo permanente. Afluente de la Q. Dindal	Dina	Aipe

Tabla 4 cuerpos de agua ALTERNATIVA 1A

COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		SISTEMA LOTICO	VEREDA	MUNICIPIO
ESTE (m)	NORTE (m)			
863179	832880	Quebrada intermitente y afluente de la Q. Dindal	Dina	Aipe
863192	832742		Dina	Aipe
863193	832726		Dina	Aipe
863217	832262		Dina	Aipe
863189	832428	Q. Atenea. Flujo permanente. Afluente de la Q. Dindal	Dina	Aipe



Imagen 37 Quebrada Dindal

E863596 N832692

2.2.4.1.2 Lenticos

Durante el recorrido en campo realizado, se observó la presencia de los siguientes cuerpos de agua lenticos, los cuales corresponden principalmente a lagunas artificiales, que son de gran importancia para el área ya que son ecosistemas estratégicos para la avifauna local, el recurso íctico e hidrobiótico, adicionalmente sirve de refugio para especies menores, sin embargo no son afectadas por las rutas de la Alternativa 1 y 1-A

Tabla 5 UBICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA LENTICOS

COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		SISTEMA LENTICO	DISTANCIA (*) ALTERNATIVA 1	DISTANCIA(*) ALTERNATIVA 1A
ESTE (m)	NORTE (m)			
863373	832689	Laguna	233	132
863629	831890	Laguna	250	250

863559	831935	Laguna	292	292
--------	--------	--------	-----	-----

(*)Distancia existente entre el extremo del cuerpo de agua y el límite del ancho de servidumbre de las Alternativas 1 y 1-A.



Imagen 38Laguna Artificial

E: 863559 N: 831935



Imagen 39Laguna Artificial

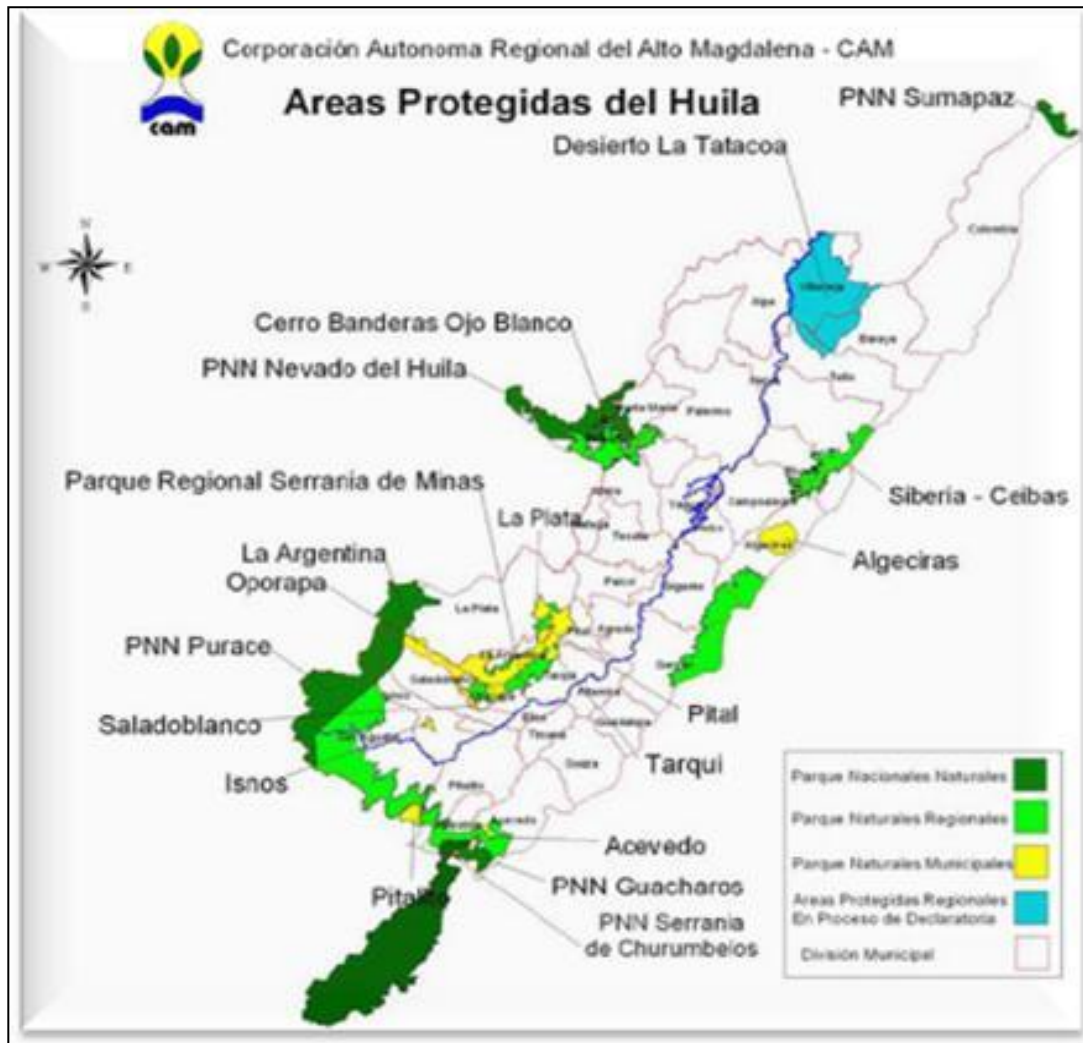
E: 863373 N: 832689

2.2.4.2 Vegetación y paisaje

2.2.4.2.1 Ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas

Según el SIDAP¹⁰, dentro de la zona del proyecto de los Campos Huila-Norte, no se encuentran áreas protegidas o de manejo especial como parques nacionales, reservas públicas o de la sociedad civil, áreas de ordenación forestal o distritos de manejo integrado. En la figura 4 se dan a conocer las áreas protegidas del Departamento del Huila.

¹⁰ Sistema Departamental de Áreas Protegidas- Huila



Fuente: Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral Campo Huila Norte

Figura 5 Áreas Protegidas del Departamento del Huila

2.2.4.2.2 Cobertura vegetal

Para el área objeto de estudio, se observaron a través de la visita de campo y fotointerpretación de imágenes, las siguientes unidades de cobertura vegetal, las cuales responden a la leyenda de clasificación de la metodología CorineLandCover adaptada para Colombia¹¹.

UNIDAD DE COBERTURA VEGETAL	SIMBOLO	ALTERNATIVA		DESCRIPCIÓN(*)
		1	1A	
Arbustal Abierto	Aa	1713,4 m ²	1874,78 m ²	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos que forman un estrato discontinuo. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o han tenido leve intervención y conservan su estructura funcional.
Bosque Natural Fragmentado	Bf	1573,8 m ²	1704,42 m ²	Es aquel bosque que crece por generación espontánea en un área determinada y en condiciones favorables. Se ha desarrollado sin la intervención humana. Constituido por especies nativas, establecido bajo regeneración natural, sin técnicas silviculturales contenidas en un plan de manejo forestal
Bosque Ripario	Br	7919,7 m ²	1521,28 m ²	Se encuentran a lo largo de las márgenes de los cursos de agua permanente y temporal, desde pequeñas conformaciones en los sitios más altos de los nacimientos y en las pequeñas quebradas, hasta bosques más densos y combinados con vegetación xerofítica en los cuerpos de agua que atraviesan el área de estudio.
Pasto arbolados	Pa	22228,4 m ²	19075,4 m ²	Tierras cubiertas con pastos con presencia de árboles con altura superior a 5 metros
Pastos Limpios	Pl	716 m ²	2483,93 m ²	Son los sitios de pasturas que generalmente presentan algún tipo de manejo que impide el desarrollo de otras coberturas.

(*) Fuente : Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte

Tabla 6 COBERTURA VEGETAL ALTERNATIVAS 1 Y 1-A



Imagen 40 Pastos arbolados



Imagen 41 Bosque Ripario

¹¹Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra. IDEAM, Junio 2010



Imagen442 Bosque Natural Fragmentado

2.2.4.2.3. Zonificación Ambiental

El documento Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte, el cual fue presentado por Ecopetrol a la Agencia Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, indica que en Campo Huila Norte esta zonificado bajo las siguientes categorías.

Tabla 7 Zonificación ambiental

SENSIBILIDAD	COMPONENTE	ÁREA
MUY ALTA	Nacimientos y su ronda de protección de 100 metros.	ÁREAS DE ESPECIAL SIGNIFICADO AMBIENTAL
ALTA	Bosque ripario	ÁREAS DE ESPECIAL SIGNIFICADO AMBIENTAL
	Cuerpos de agua (ríos, quebradas, lagunas) y su ronda de protección de 30 metros.	ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL
	Pozos profundos, aljibes y jagüeyes y su ronda de protección de 30 metros.	
	Estabilidad Geoténica baja, Formación Honda y Las Formaciones cretácicas Villeta, Monserrate y Guaduas, donde existe un predominio de pendientes entre los 20° y 30°	ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL
	Centro poblados Poblados Corregimiento Guacirco, Cuisinde (cercanía a la línea principal).	ÁREAS DE IMPORTANCIA SOCIAL
	Viviendas dispersas Dindal, Dina, Hato Nuevo, La Mata y Peñas Blancas	
	Infraestructura de Servicios Sociales. Escuelas, Polideportivos, Centros de Salud y Jardines Infantiles.	

	Infraestructura de Servicios Públicos, Energía Eléctrica, Acueducto, Alcantarillado, Manejo de Servicio, Telefonía.	
	Sistema de Riego	
	Vías pavimentadas	
	Vías sin pavimentar	
	Carreteables	
MODERADA	Susceptibilidad a la erosión severa	ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL
	Áreas de uso inadecuado o subutilizado	
	Áreas de riesgo bajo de inundación	ÁREAS DE RIESGO Y AMENAZA
	Áreas de riesgo muy bajo por deslizamiento	
	Estabilidad alta	ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL
	Grado de pendiente del terreno plana (menor a 5°).	
	Mosaico de pastos con espacios naturales	ÁREAS DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA
	Pozos Petroleros	
	Oleoductos	
	Actividades Agropecuarias	ÁREAS DE IMPORTANCIA SOCIAL
	Estructura de la propiedad (Minifundio, Mediana Propiedad)	
	Senderos	
	Áreas con potencial arqueológico medio.	
BAJA	Susceptibilidad a la erosión leve	ÁREAS DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL
	Áreas de uso adecuado	
	Áreas de riesgo medio de inundación	ÁREAS DE RIESGO Y AMENAZA
	Áreas de estabilidad muy alta	ÁREAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL
	Depósitos de terrazas aluviales y depósitos aluviales recientes (interés hidrogeológico moderado)	
	Pastos limpios manejados	ÁREAS DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA
	Terrenos de baja actividad económica	ÁREAS DE IMPORTANCIA SOCIAL
	Áreas con potencial arqueológico bajo.	

2.2.4.2.4. Especies Amenazadas

En el documento Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte, se relacionan las especies que fueron identificaron dentro del Área de Influencia, como de alto riesgo o amenazadas, de acuerdo al Libro Rojo de Plantas de Colombia 2002. Volumen 4. Especies Maderables amenazadas. Primera parte 2007 y Decreto 383 de 23 de febrero de 2010, CITES, Humboldt. Lo anterior, con el objeto que se considere esta restricción dentro del diseño definitivo de la Alternativa 2.

Tabla 8. Especies en riesgo o amenazadas.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	GRADO DE RIESGO UICN. LIBROS ROJOS	CATEGORIA
Caracolí**	<i>Anacardium excelsum</i>	ANACARDIÁCEAE	Casiamenazada (NT)	Con valor comercial y protector
Cedro**	<i>Cedrela odorata</i>	MELIÁCEAE	Especie en peligro (EN)	Con valor comercial y protector
Volador*	<i>Ceibasamauma</i>	BOMBACACEAE	Vulnerable (VU)	Con valor comercial y protector
Bilibil*	<i>Guareacinnamomea</i>	MELIACEAE	Vulnerable (VU)	Con valor comercial y protector
Amarillo*	<i>Nectandra sp</i>	LAURÁCEAE	Especie en peligro (EN)	Con valor comercial y protector
Cabecinegro	<i>Melocactus caesius</i>	CACTÁCEAE	Listado CITES	Amenazada, científico y cultural
Tatamaco	<i>Bursera sp</i>	BURSERACEAE	IAVH ¹²	Amenazada

3 ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE RUTA PARA LA LÍNEA 34,5 KV

3.1 ANALISIS DE LAS ALTERNATIVAS 1, 1A Y 2

3.1.1 Aspectos técnicos

3.1.1.1 Ruta paralela a la línea 115 kV Alternativa 2.

Esta Alternativa tiene una longitud de 2,31 km aproximadamente, que incluye el tramo aéreo y subterráneo, en su recorrido tiene menos cantidad de cruces con vías de segundo orden (Vías municipales) y de tercer orden (Vías veredales y vías de acceso a los pozos), que las Alternativas paralelas a la línea existentes de 34,5 kV, así también

¹²Instituto Alexander Von Humboldt

tiene una menor cantidad de cruces con líneas existentes de 34,5 kV y de baja tensión.

A continuación se muestran las imágenes de algunos puntos de interés:

En la Imagen 56 se muestra la salida de la línea que se va a proyectar de 34,5 kV desde la SUBESTACION TENAY en un tramo subterráneo, que luego tiene un afloramiento en la estructura de arranque y continua en un segundo tramo en red aérea de cable ACSR desnudo.

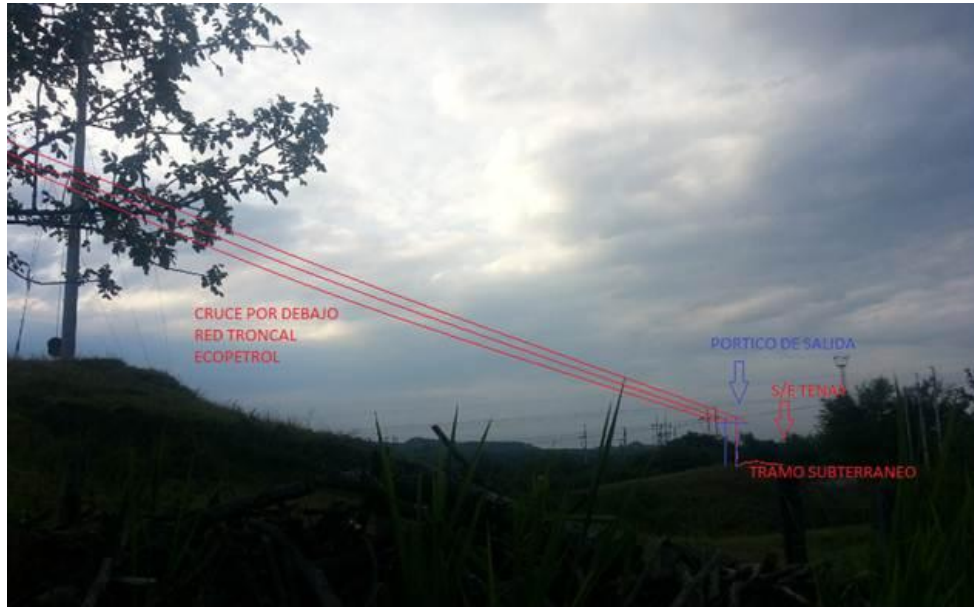


Imagen 43 Salida de la nueva línea 34,5 kV, transición tramo subterráneo a aéreo

En la Imagen 57, se muestra el cruce con la línea existente de 34,5 kV y la vía que va hacia San Francisco, en este punto es de especial cuidado ya que por debajo se deben respetar las distancias de seguridad al terreno y por encima a la red eléctrica existente.



Imagen 44 Cruce de la línea 34,5 kV con la vía a San Francisco y cruce con la línea 34,5 kV existente

En la Imagen 58, se puede ver el cruce de la línea existente de 34,5 kV, con la línea de 115 kV, cabe resaltar que

en el cruce la línea de 34,5 kV no tiene cable de guarda¹³. Para la nueva línea a 34,5 kV se planea realizar el cruce de la misma forma.

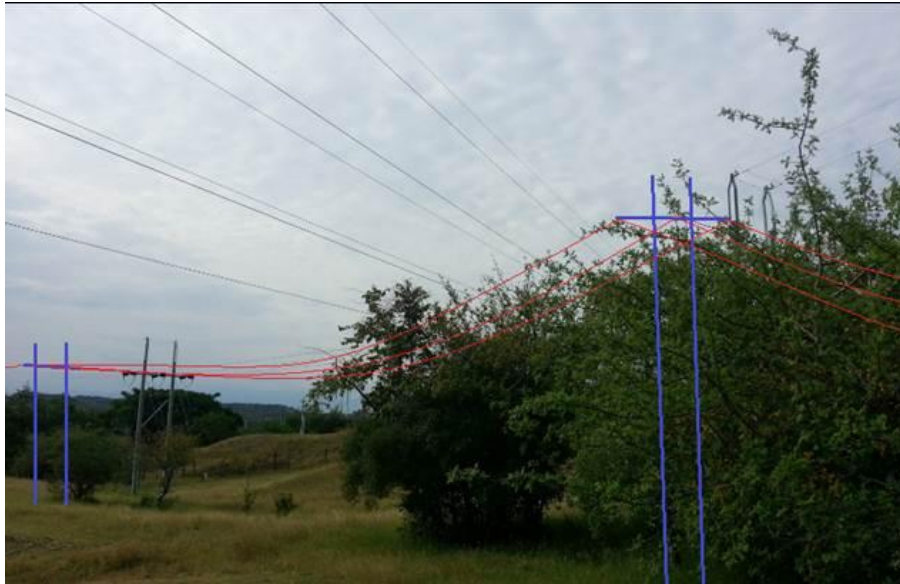


Imagen 45 Cruce de la línea 34,5 kV con la línea existente de 115 kV.

Luego de realizar el cruce de la línea existente de 115 kV, la nueva línea 34,5 kV toma rumbo Nororiente y se va paralela a la línea 115 kV hasta la PÍA – DT 70, encontrándose con cruces de vías, líneas de 34,5 kV y líneas baja tensión, que serán objeto de análisis cuando se realicen los diseños preliminares de la nueva línea 34,5 kV, cabe resaltar que la densidad de líneas de distribución eléctricas de esta Alternativa son menos en cantidad que la Alternativa 1 y Alternativa 1A.

En la Imagen 59 y 60, se muestra el recorrido de la nueva línea a 34,5 kV, Alternativa 2, en todo el tramo paralelo a la línea de 115 kV, encontramos potreros y arbustos en poca densidad, bosques fragmentados los cuales favorecen a la Alternativa 2 como mejor opción.

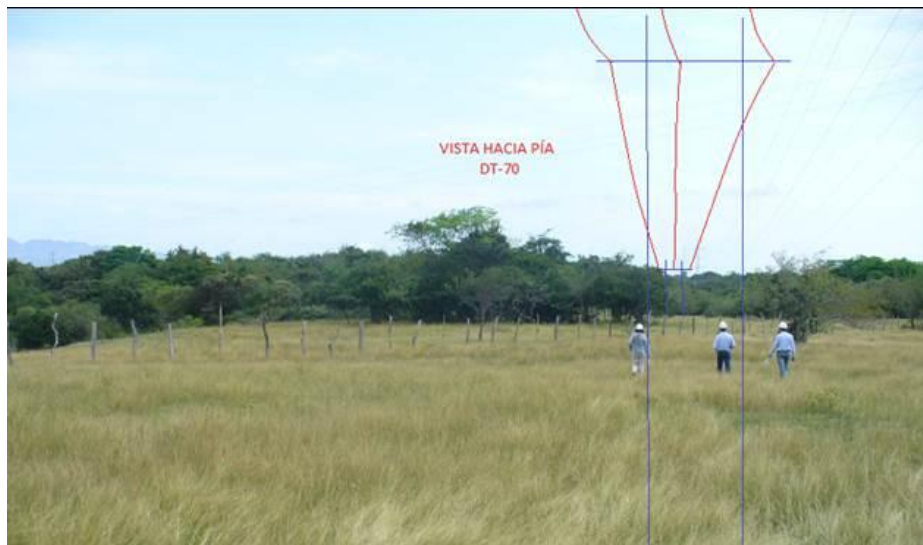


Imagen 46 Vista de la Alternativa 2 por potreros y arbustos

¹³ El cable de guarda es utilizado para disminuir los riesgos de disparo de las líneas por descargas eléctricas

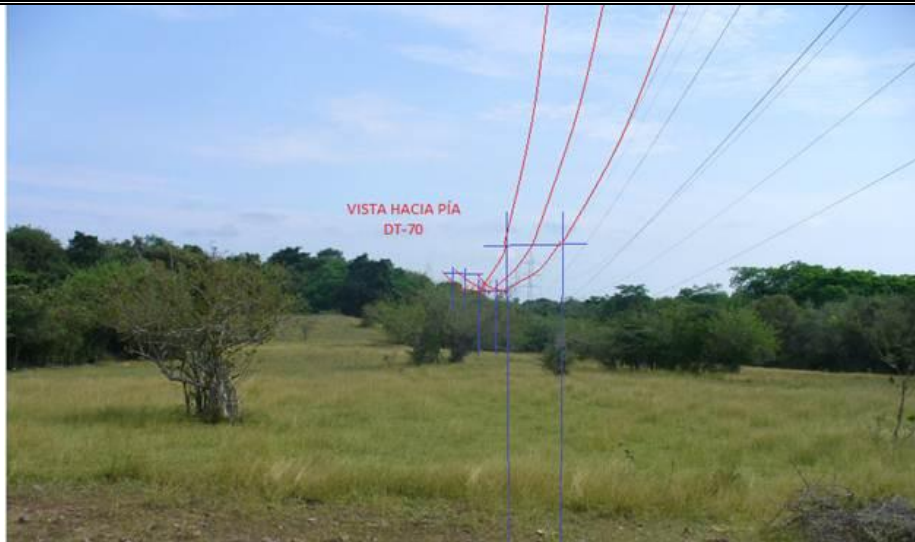


Imagen 47 Vista de la Alternativa 2 que atraviesa por potreros y arbustos

En la Imagen 61 muestra la llegada de la Alternativa 2 a la PÍA DT-70, teniendo en cuenta que se desconectará la línea 34,5 kV que alimenta el Pozo DT 24 que viene de la red troncal de ECOPELROL - LÍNEA BRISAS, y este se conectará a la nueva línea a 34,5 kV.



Imagen 48 Llegada a la estructura terminal PÍA - DT 70 (Quitando la red de 34,5 kV existente)

3.1.1.2 Ruta paralela a la línea 34,5 kV Alternativa 1 y Alternativa 1A.

La Alternativa 1 tiene una longitud de 2,52 km aproximadamente y la Alternativa 1A tiene una longitud de 2,42 km aproximadamente, en ambos casos incluye el tramo aéreo y subterráneo en su recorrido, estas Alternativas tiene mayor cantidad de cruces con vías de tercer orden (Vías veredales y vías de acceso a los pozos), que la Alternativa paralela a la línea 115 kV, así también mayor cantidad de cruces con líneas existentes de 34,5 kV y de baja tensión.

Asi como en la Alternativa 2, Se debe tener especial cuidado con el cruce de la línea 115 kV, es el vano más cercano para realizar el cruce de la nueva línea 34,5 kV, pero los conductores de la línea 115 kV se encuentran bajos, el cruce de este la obligó que se realizara sin cable de guarda.

A continuación se muestran las imágenes de algunos puntos de interés:

La Imagen 49 muestra a la Alternativa 1 y la Alternativa 1A que viene de la SUBESTACION TENAY, en el último vértice antes de llegar a la PÍA-DT70, se muestra varios cruces de líneas de 34,5 kV y de baja tensión.

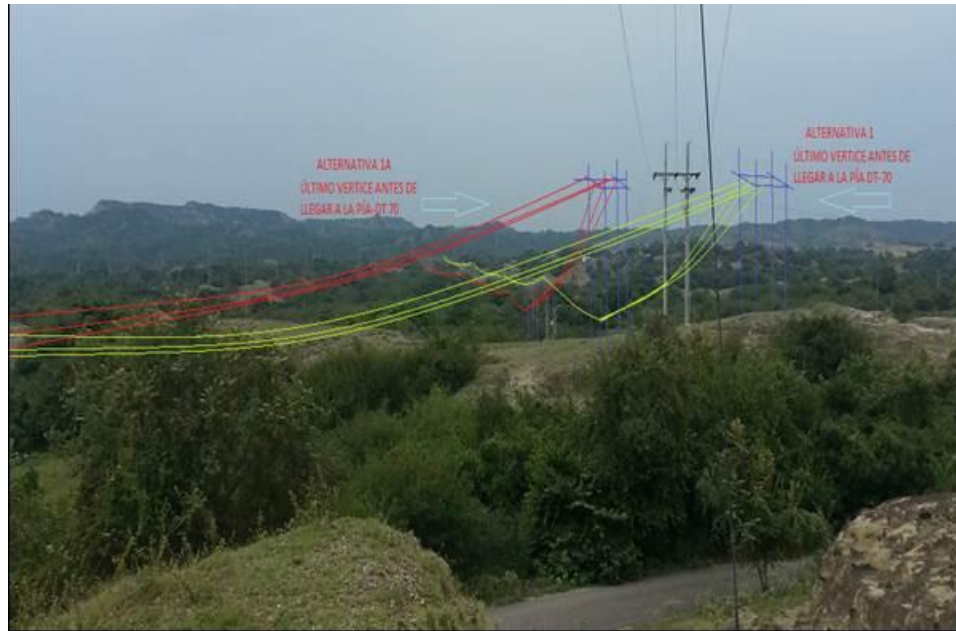


Imagen 49 Detalle de la Alternativa 1 y la Alternativa 1A que van paralelas a la línea 34,5 kV - BRISAS

En la imagen 50 se muestra la llegada de la Alternativa 1 y la Alternativa 1A a la PÍA DT-70.



Imagen 50 Detalle llegada de la Alternativa 1 y la Alternativa 1A a la PÍA-DT70

3.1.2 Aspectos prediales

Para el análisis de cada Alternativa, se tienen en cuenta las siguientes variables: la magnitud del área, longitud afectada y los valores de terreno que representan dicha afectación en cuanto al valor del terreno y la servidumbre que genera el paso de la línea 34,5 kv por los predios anteriormente relacionados; por ello hacemos un comparativo de las alternativas 1, 1-A y 2.

Tabla 14. Comparativo de Longitud afectada por Alternativa

NOMBRE PREDIO	AREA	LONGITUD AFECTACION ALT 1 (m)	LONGITUD AFECTACION ALT 1-A (m)	LONGITUD AFECTACION ALT 2 (m)
	(m2)			
HDA. SANTA HELENA	523877.54	183.10	183.59	182.5
SANTA HELENA	423549.42	599.54	580.94	793.86
HDA. TENAY	5104948.21	1744.40	1656.6	1340.66
LONGITUD TOTAL AFECTADA		2527.04	2421.13	2317.02

La Alternativa que tiene una menor longitud de afectación sobre los predios es la Alternativa 2 con un valor de 2317.02 metros lineales.

Tabla 5. Comparativo de Area Afectada por Alternativa

NOMBRE PREDIO	AREA PREDIO (m2)	AREA AFECTACION ALT 1 (m2)	AREA AFECTACION ALT 1-A (m2)	AREA AFECTACION ALT 2 (m2)
HDA. SANTA HELENA	523877.54	2747.76	2747.75	2747.73
SANTA HELENA	423549.42	8992.3	8728.69	11902.55
HDA. TENAY	5104948.21	26161.95	24838.3	20096.64
AREA TOTAL AFECTADA		37902.01	36314.74	34746.92

La Alternativa 2 tiene una menor área de afectación, la cual es de 34746.92 m² en comparación con las Alternativas 1 y 1-A.

3.1.3 Aspectos sociales

Según lo expuesto en la descripción social de las tres Alternativas seleccionadas y en consideración a que en el diseño se tuvo en cuenta el criterio de evitar las viviendas, para la evaluación de cada alternativa, se precisaron aspectos a considerar en cada uno de los cuatro criterios iniciales. Para el caso de las viviendas se estableció como medida de análisis la cercanía de la vivienda al trazado propuesto; en infraestructura se considera la presencia de otras líneas en proximidad a la vivienda; para el uso actual del suelo se le da relevancia al área de uso de protección, dado que a este tipo de suelo se asocia la presencia del recurso hídrico que es escaso en la zona y

determinante en el desarrollo de las actividades económicas agropecuarias

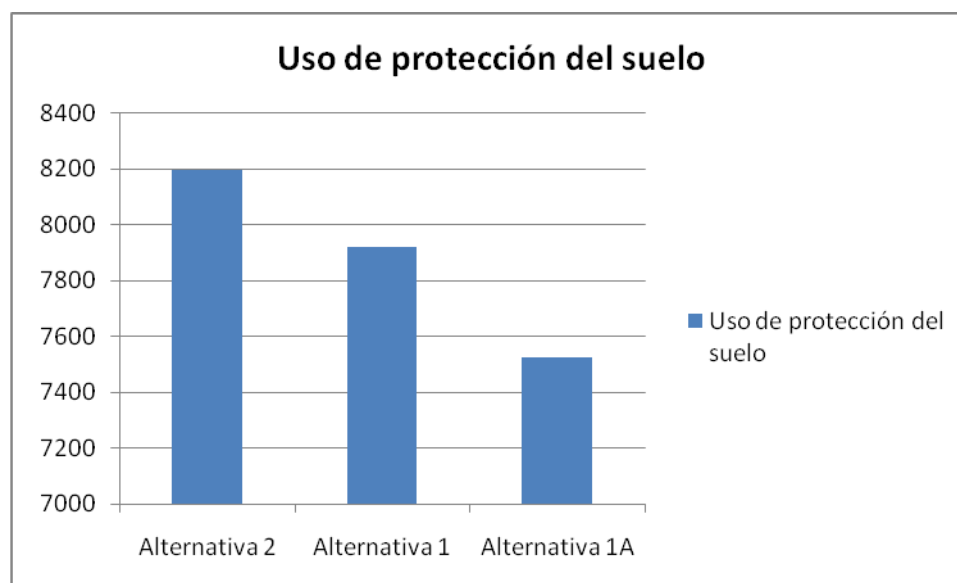
Tabla 16. Criterios sociales

Alternativas	Criterios sociales		
	Vivienda y población: Cercanía de la vivienda al trazado	Infraestructura social y de servicios: presencia de otra infraestructura eléctrica en el predio en cercanía a la vivienda	Uso actual del suelo: áreas con uso de protección asociadas a fuentes de agua
Alternativa 2	77 m	Línea de 115 kv	8195 m ²
Alternativa 1	No existe vivienda	0	7919 m ²
Alternativa 1A	30 m	Línea 35,5 kv	7521 m ²

De lo anterior se establece que desde el punto social la Alternativa más viable es la Alternativa 1, en consideración a que en su trazado no existen viviendas y por tanto no se presentarán afectaciones en núcleos familiares o en sus actividades productivas.

Respecto a la presencia de infraestructura eléctrica en inmediaciones de la vivienda, la Alternativa 1 es la más viable en razón a que no existen viviendas en el trazado propuesto, aspecto que si se presenta tanto en la Alternativa 2, en la cual ya existe una línea de 115 kv o en la Alternativa 1 A, donde muy cerca de la vivienda existe una línea de 34.5 kv.

Con relación al uso del suelo, la Alternativa 1 A, es la que presenta menor afectación del uso del suelo clasificado como de protección; este aspecto se encuentra relacionado con que este trazado atraviesa áreas menores de cobertura vegetal.



Gráfica 1 Uso de protección del suelo

3.1.4 Aspectos ambientales

3.1.4.1 Metodología

Para realizar la evaluación de la Alternativa más favorable para ruta de la línea eléctrica de 34,5 KV, desde el punto de vista ambiental, se consideraron los siguientes criterios:

- Longitud de las Alternativas: Tendrá mejor aceptación la Alternativa con menor longitud, puesto que tendrá menor afectación específica sobre el territorio y sobre los ecosistemas
- Porcentaje de Cobertura Vegetal Natural a afectar: Se considerará con mayor aceptación la Alternativa que menor área cruce sobre Bosque Ripario (Br) y Bosque Natural Fragmentado (Bf), ya que estas coberturas vegetales proveen de refugio y oferta alimenticia, adicionalmente su estratificación permite la funcionalidad de micro hábitats que a su vez son fundamentales para el establecimiento de especies específicas que contribuyen a procesos tróficos del ecosistema boscoso¹⁴.
- Zonificación Ambiental: Se considerará de mayor interés la Alternativa con menor incidencia sobre las zonas clasificadas como de importancia ambiental **Muy Alta y Alta** dentro del documento “Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte”¹⁵, lo anterior dado que las primeras corresponden a nacimientos de agua y su ronda de protección de 100 metros y cuyas características ambientales los hacen altamente sensibles ante la presencia de factores externos y las segundas a bosques riparios, que hacen parte de las áreas de especial significado ambiental, los cuerpos de agua (ríos, quebradas y lagunas) y su ronda de protección de 30 metros y los pozos profundos y aljibes y su ronda de protección de 30 metros.
- Ocupación Hídrica: Se tendrá en cuenta para la identificación de la Alternativa el número de cruces sobre cuerpos de agua. El número de cruces se establece mediante fotointerpretación de imágenes, complementado con lo consignado en el documento “Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte” – Plano de Hidrología y lo verificado durante la visita de campo realizada en la zona de estudio.

3.1.4.2 Análisis de Criterios

A continuación se presenta mediante gráficas el grado de afectación que generará cada una de las Alternativas propuestas sobre los componentes ambientales evaluados.

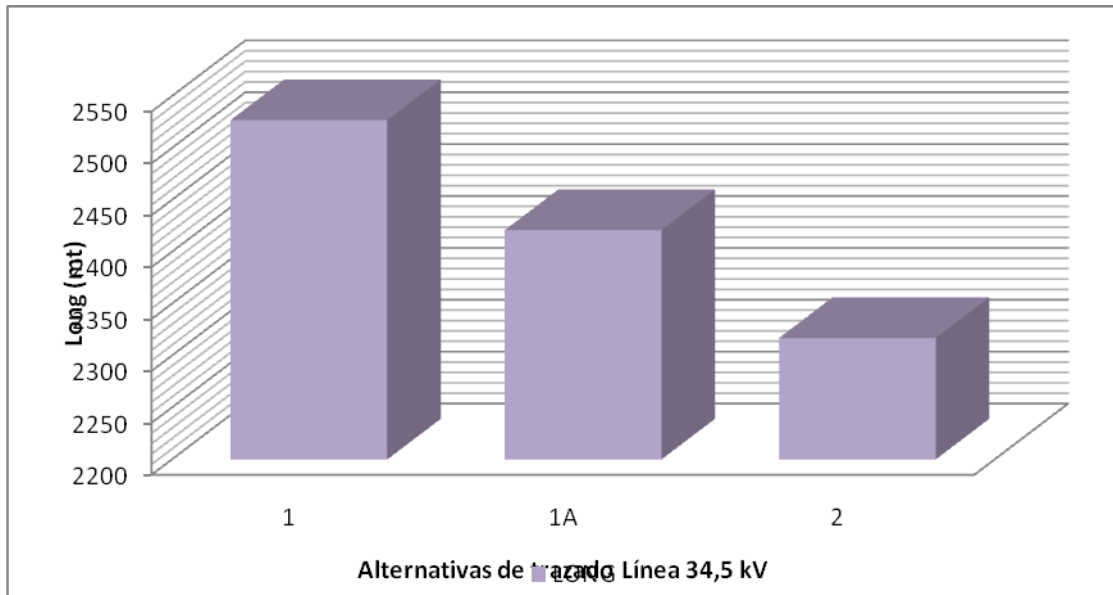
Tabla 17. Comportamiento criterios ambientales

ALT	LONG	COBERTURA VEGETAL (Ha)					ZONIFICACIÓN AMBIENTAL PMA (Ha)				SISTEMAS HIDRICOS (#)	
		Aa	Bf	Br	Pa	PI	MUY ALTA	ALTA	MODERADA	BAJA	LENTICOS	LOTICOS
1	2527	0,17134	0,15738	0,79197	2,22284	0,0716	0,0549	1,969	0,175874	1,0678	0	7
1A	2421	0,18747	0,170442	0,152128	1,90754	0,24839	0,1279	2,03315	0,17587	1,0678	0	5
2	2317	0,05986	0,34168	0,81953	1,84803	0,05162	0	1,44962	0,934268	0,8747	0	3

¹⁴ Ecopetrol, ---- . Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral campo Huila Norte. Documento entregado a la ANLA y pendiente a la fecha de concepto por esta autoridad ambiental.

¹⁵ Ecopetrol, --- Idem

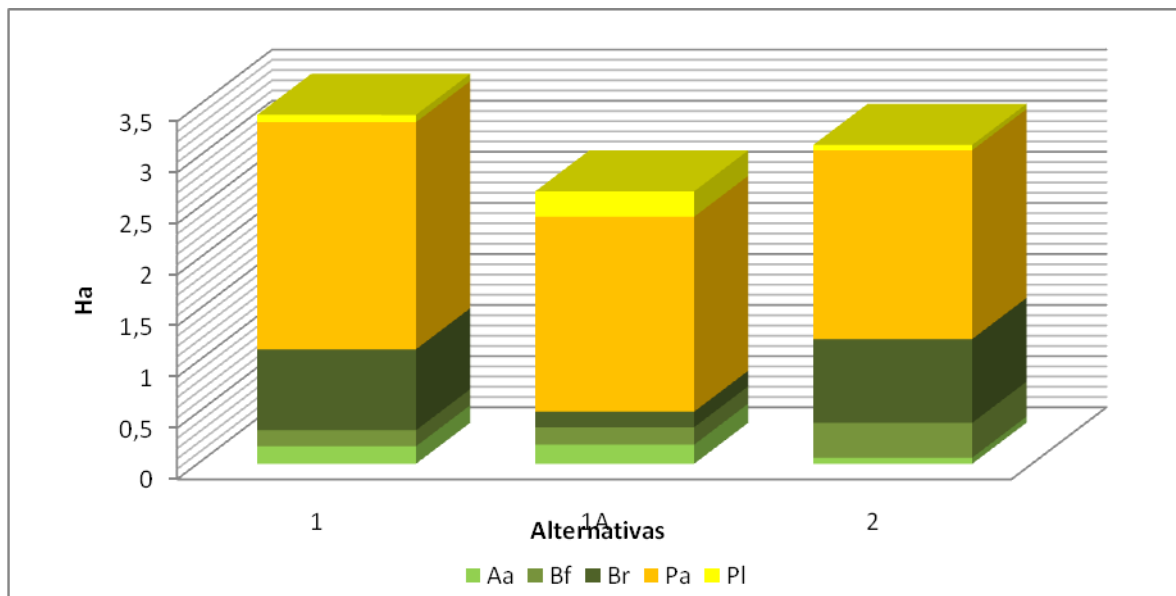
- Longitud



Gráfica 2 Longitud de trazado de las alternativas

El trazado de ruta que tiene menor longitud y por lo tanto menor afectación sobre el territorio es la Alternativa 2. La que mayor longitud presenta y por consiguiente mayor afectación sobre el territorio es la Alternativa 1.

- Cobertura Vegetal

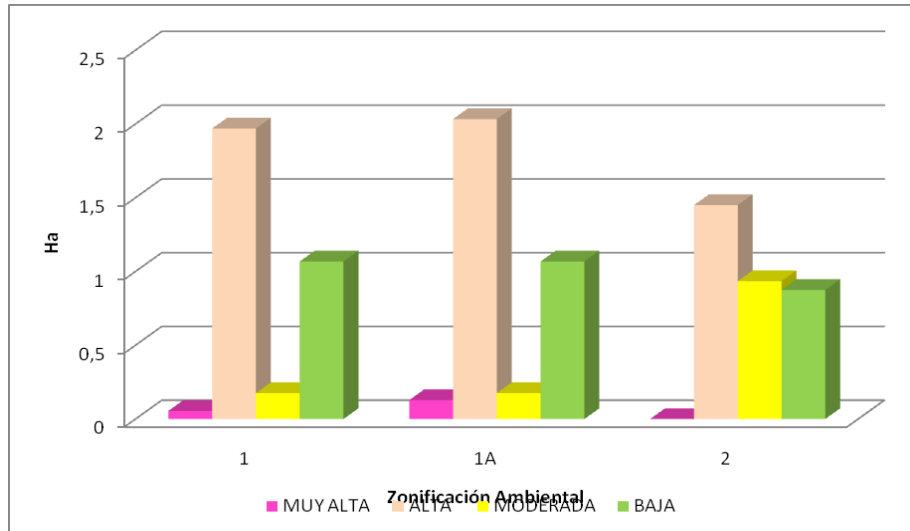


Gráfica 3 Área de cobertura vegetal

La gráfica 2, muestra que la Alternativa que en menor proporción interviene cobertura vegetal natural (Bosques riparios y fragmentados) es la 1A, ya que solo ocupa 0,32 ha de su longitud. La Alternativa que en mayor proporción interviene la cobertura vegetal natural es la 2 (dos), ya que ocupa 1,16 ha de su longitud. Por el

contrario, la Alternativa que en mayor proporción interviene la cobertura vegetal de Pastos, es la 1 ya que ocupa 2,2 ha de su longitud.

- Zonificación Ambiental

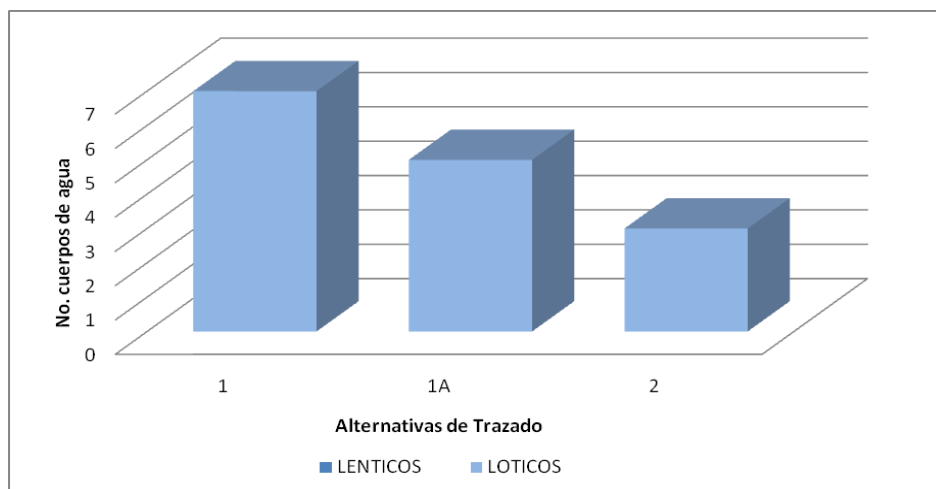


Gráfica 4 Hectareas afectadas de acuerdo a la zonificación ambiental

De acuerdo a la anterior gráfica, la Alternativa que menor afecta sobre la zonificación ambiental es la Alternativa 2 ya que interviene áreas con sensibilidad alta en 1,44Ha, moderada en 0,93 Ha, y baja en 0,83 Ha respectivamente. No cruza sobre áreas con sensibilidad ambiental Muy Alta.

La Alternativa que en mayor grado afecta es la 1A, ya que cruza sobre 0,12 Ha y 2,03 Ha de áreas con sensibilidad muy alta y alta respectivamente, siendo estas zonas aquellas donde existen nacimientos de agua y su ronda de protección es de 100 metros y aquellas que cruzan sobre los 30 mts de ronda de quebradas

- Cuerpos de agua



Gráfica 5 Número de cuerpos de agua afectados

La ruta de trazado de la línea 34,5 Kv que menos cuerpos de agua cruza es la alternativa 2, ya que pasa por 3 cuerpos de agua loticos. La Alternativa que mayor cuerpo de agua cruza es la 1, pasando por 7 fuentes loticas.

3.1.4.3. Análisis de resultados

Tabla 18. Resultados de analisis

CRITERIO	MAYOR AFECTACIÓN	AFECTACIÓN MEDIA	MENOR AFECTACIÓN
LONGITUD	1	1A	2
COBERTURA VEGETAL (Bosque ripario y fragmentado)	2	1	1A
ZONIFICACION AMBIENTAL	1A	1	2
CRUCES DE CUERPO DE AGUA	1	1A	2

Analizando el cuadro anterior, la Alternativa 2 es la que tiene una menor afectación, dado que es la que menor territorio afecta, no cruza sobre áreas categorizadas con Muy Alta sensibilidad ambiental, presenta la menor área de intervención sobre zonas de categoría alta y atraviesa dos cuerpos de agua; sin embargo, es la Alternativa que en mayor proporción interviene áreas con cobertura vegetal natural (Br y Bf).

Se identifica también en el cuadro que la Alternativa número 1 ocupa más frecuentemente la posición de afectación media, ya que cruza sobre 0,05 ha de áreas categorizadas con Muy Alta sensibilidad ambiental, atraviesa por 7 puntos de cuerpos de agua intermitentes, pero es la Alternativa que menor área de cobertura vegetal natural (Br y Bf) interviene (0,95 Ha de su longitud) y en la posición de mayor afectación se ubica más frecuentemente la Alternativa 1A, ya que afecta 0,12 Ha consideradas con sensibilidad Muy Alta.

Con base en lo anterior, se observa que la Alternativa 1A no puede ser considerada, ya que cruza por áreas establecidas como de sensibilidad Muy Alta o con Restricciones¹⁶. La Alternativa dos (2) es la que en mayor proporción interviene áreas con cobertura vegetal natural (Bosques ripario y fragmentado). La Alternativa 1 es la que menor proporción afecta áreas con cobertura vegetal natural (Bosques ripario y fragmentado) pero interviene un pequeño fragmento del área categorizada como de sensibilidad Muy Alta.

Así las cosas, desde el componente ambiental se recomienda trazar la línea de 34,5 KV sobre la Alternativa 2.

¹⁶ Ecopetrol, ----. Opcit

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Con relación a los pozos existentes en la zona de estudio y la problemática que se generaría al interferir el suministro de energía, ya que estos pozos se encuentran en producción y funcionamiento, la Alternativa 2 tiene menor cantidad de cruces con líneas de 34,5 kV y de Baja Tensión, comparado con la Alternativa 1 y la Alternativa 1A verificadas en campo, lo anterior favorece a la Alternativa 2 ya que cumple con el requerimiento anteriormente dicho. También se evaluaron en campo la Alternativa 1 y la Alternativa 1A, y se encontraron mayor cantidad de cruces de línea, comparándolas con la Alternativa 2, además se encontraron partes erosionadas en cantidades menores.

La alternativa 1A no se considera viable por cruzar por áreas establecidas como de sensibilidad muy alta y con restricciones ambientales.

Siendo la Alternativa 1 la más larga con 2,52 km de longitud, y la más costosa, tiene menor impacto sobre área de cobertura vegetal y y áreas de sensibilidad alta.

La Geomática está direccionada a resolver problemas globales y de la comunidad, mejorando así la calidad de vida de las personas. Aplicando los criterios de colección, administración y representación de la información geoespacial, se sirve al bien común en diferentes niveles de la sociedad: Estados, gobiernos provinciales, municipalidades, instituciones; a las personas directa e indirectamente. Contar con la información geoespacial completa, al día y en el mismo sistema de referencia, es hoy de extrema importancia para la economía y el desarrollo social de un país.

4.2 RECOMENDACIONES

4.2.1 Aspectos técnicos

Se recomienda la Alternativa 2 por su menor longitud, el cual se refleja en el menor número de estructuras, menor cantidad de conductor y cable de guarda, accesorios y obras civiles. Cuenta con mayor cantidad de accesos que facilita su construcción, así también por el menor número de cruces con líneas de 34,5 kV y de baja tensión que pueden llegar a sacar de servicio los pozos en la construcción de la nueva línea 34,5 kV.

4.2.2 Aspectos prediales

Teniendo en cuenta las áreas y longitudes del terreno para cada predio por Alternativa, como se relacionan en el cuadro siguiente, se concluye que:

Tabla 9 Cuadro Comparativo de áreas, longitudes y valores de Terreno para cada Alternativa

ALTERNATIVA	LONGITUD TOTAL DE AFECTACION EN (m)	AREA TOTAL AFECTADA EN (Ha)
1	2527.04	3.79
1-A	2421.13	3.63
2	2317.02	3.47

De acuerdo a la gestión predial realizada se encontró que la Alternativa mas viable desde el punto de vista predial es la Alternativa 2, esta tienen un área de afectación de 3.47 Ha, por lo que tiene una afectación menor en área en comparación con las Alternativas 1 y 1-A. es de anotar que las diferencias con las otras Alternativas no son significativas, por lo cual las variables del aspecto predial en cada Alternativa no tienen un peso diferencial en la selección de la mejor Alternativa.

4.2.3 Aspectos sociales

Se recomienda diseñar una estrategia de relacionamiento con el propietario o propietarios de los predios Santa Helena y Finca Santa Helena, por donde se tendría que construir la nueva línea, para poder llegar a una buena negociación a la hora de negociar el area requerida de los predios para construir la linea.

En consideración a los criterios seleccionados se recomienda la Alternativa 1 porque en el área del trazado no existen familias ni viviendas, el uso del suelo predominante en el pastoreo extensivo y la presencia de infraestructura se reducen a vías o caminos que conducen a los pozos y a redes eléctricas para el funcionamiento de la infraestructura petrolera. A nivel de costos del Plan de Manejo Ambiental para el componente social, no se presentan diferencias entre ninguna de las Alternativas, en consideración a que las medidas de manejo que se aplicarían son iguales para las tres Alternativas.

4.2.4 Aspectos ambientales

Desde el punto de vista ambiental la Alternativa más favorables es la 2, sin embargo se solita atender las recomendaciones dadas, las cuales están encaminadas en dos sentidos (i) Diseño definitivo del trazado de la línea y (ii) Estrategia para obtener permisos ambientales previo a la construcción.

La ruta de trazado más viable desde el punto de vista ambiental, es la Alternativa 2, sin embargo se recomienda a considerar los siguientes aspectos, para el diseño definitivo.

- Elaborar la estrategia para obtener por parte de las autoridades ambientales los permisos y trámites ambientales requeridos para la construcción de la línea de conducción de 34,5 Kv, previo al inicio de las actividades constructivas.
- El diseño definitivo debe contemplar la implementación de las medidas de manejo ambiental que garanticen el mínimo impacto al ecosistema de la región. Lo anterior para garantizar el trámite y la obtención de los respectivos permisos ambientales requeridos para la construcción.
- Para el trazado de la línea se debe contemplar que en el área de servidumbre no exista vegetación cuya altura iguale o sobrepase las alturas de seguridad permitidas en relación con el tendido de la red, lo anterior para evitar cortocircuitos.
- Para el diseño y construcción de las estructuras en H, en postes de concreto, se deben contemplar las siguientes aspectos:
 - ✓ Se construyan sobre zonas de Pastos arbolados (Pa) y Pastos limpios (Pl)
 - ✓ Respetar los cuerpos de agua y sus franjas de protección, de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.
 - ✓ No se construya sobre zonas ambientales incluidas dentro de la Zonificación Ambiental que corresponden a las categorías denominadas como de Muy Alta y Alta sensibilidad ambiental.
 - ✓ Se construya en zonas de fácil acceso para el ingreso de los materiales.
 - ✓ Minimizar afectación sobre la cobertura vegetal para las categorías (i) Bosque Natural Fragmentado, (ii) Bosque Ripario.

4.2.5 Recomendación final

Como hemos visto en los análisis anteriores la alternativa 2 es la que tiene menor afectación tanto en área como en cobertura sobre el terreno de la zona objeto de estudio para el trazado de la línea.

ANEXOS:

- Mapa de Localización general
- Mapa de Uso del suelo
- Mapa de Cobertura vegetal área de estudio
- Mapa Zonificación Ambiental.

BIBLIOGRAFIA:

- Geomatica Aplicada en Chile, Miguel Vasquez Arias, 2001.
- Ingeniería de la Inyección de Agua, Forrest F. Craig Jr. 1982.
- La Geografía en la Universidad de Cuba, Roberto Gonzalez Sousa. 2009.
- Exploring the role of geomatics in disaster management, Scott Westlund. 2008.
- Modelación Espacial Mediante Geomática y Evaluación Multicriterio para la Ordenación Territorial, Carlos Mena Frau. 2006.
- Quantifying Coastal Evolution Using Digital Photogrammetry, Sojan Mathew. 2007.
- Sistemas y Geomatica, Carmen Reyes Guerrero. 2000.