


	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 02/02/2016

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Los suscritos:

DANIEL FERNANDO MOSQUERA QUINTERO, con C.C. No. 1075268156, JOHAN ESNEIDER REALPE ROJAS, con C.C. No. 1083893531, SINDY TATIANA DUSSAN QUINTERO, con C.C. No. 1075223142, autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado Caracterización geológica de los indicios superficiales de hidrocarburos en el sector norte y sur del departamento del Huila, presentado y aprobado en el año 2016 como requisito para optar al título de Ingeniero de Petróleos; autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					 	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Daniel Fernando Mosquera Quintero





Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Sindy Tatiana Dussan Quintero

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Johan Esneider Realpe Rojas

Firma:

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 5

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Caracterización geológica de los indicios superficiales de hidrocarburos en el sector norte y sur del departamento del Huila, zona Minus.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mosquera Quintero	Daniel Fernando
Realpe Rojas	Johan Esneider
Dussan Quintero	Sindy Tatiana

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Vargas Cuervo	Roberto
Morales Mondragón	Haydee

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero de Petróleos

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Petróleos



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 5

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2016

NÚMERO DE PÁGINAS: 114

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas__ Fotografías_ _ Grabaciones en discos__ Ilustraciones en general_ _ Grabados__ Láminas__ Litografías__ Mapas__ Música impresa__ Planos__ Retratos__ Sin ilustraciones__ Tablas o Cuadros_

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Rezumadero	Seep	6. Sub Cuenca de Neiva	Subbasin of Neiva
2. Geología	Geology	7. Geoquímica	Geochemistry
3. Asfalto	Asphalt	8. Biomarcador	Biomarker
4. Petróleo	Petroleum	9. Estratigrafía	Statigraphy
5. Las Juntas	The Joinst	10. Iridiscencia	Iridscence

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El presente proyecto de investigación, hace parte de un trabajo macro denominado: "Caracterización geológica de los indicios superficiales de hidrocarburos en departamento del Huila", ejecutado por el Museo Geológico y del Petróleo, con el apoyo del Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos-ECOSURC. La Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH publicó en el año 2010 la última actualización del mapa de los rezumaderos en Colombia, entre los cuales se observa, que en el departamento del Huila se encuentran reportados cuarenta (40) rezumaderos georreferenciados con origen Bogotá D.C. y la caracterización general de cada uno, sin embargo se halló que en las cercanías al área de estudio



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014





PÁGINA

3 de 5

la existencia de un rezumadero que no estaba registrado en el inventario de la ANH, dándose a llamar como “Las Juntas”.

En la actualidad no existe oficialmente ninguna otra publicación que contenga trabajos de investigación sobre rezumaderos presentes en el Huila; por esta razón, el Museo Geológico y del Petróleo de la Universidad Surcolombiana, con apoyo de estudiantes del programa de Ingeniería de Petróleos se propuso realizar esta investigación, la cual busca corroborar la información presentada por la ANH, además de caracterizar estos indicios geológicamente y de sus fluidos asociados a los rezumaderos presentes.

La caracterización realizada está delimitada por el levantamiento geológico y estratigráfico en los sectores de las Juntas y la finca el Limón; se asocia al proyecto el análisis de los fluidos presentes, realizando pruebas como: Gravedad API y compararlo con información de la empresa Antek Laboratorio de Geoquímica y Petróleo S.A.

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 5

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This job investigation it is part of a project called macro "geological characteristics of the surface of oil in evidence Huila", implemented by the petroleum and Geological Museum, with the support of the Ecosystem Research Group Surcolombianos- ECOSURC. The National Hydrocarbons Agency - ANH published in 2010 last update map seeps in Colombia, of which it is observed that in the department of Huila are reported forty (40) seeps originating georeferenced with Bogotá departure and the general description of each, however it was found that near to the study area was known of the existence of a seep that was not registered in the inventory of the ANH, the name "the Jointst". At present there is officially no other publication containing research on seeps present in Huila; For this reason, the Geological Museum and the Surcolombiana Petroleum University, with the support of students Petroleum Engineering program proposed this research, which seeks to corroborate the information provided by the ANH, plus geologically characterize these signs and its fluid seep associated with present.

The characterization made this framed with geological mapping and stratigraphic in Sectors of the Joints and the Lemon; project is associated with the analysis of the fluids present, performing tests such as: API Gravity and compare with company information Antek Laboratory Geochemistry and Petroleum S.A.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

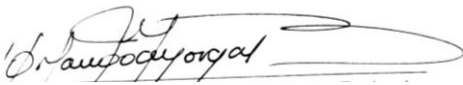
2014

PÁGINA

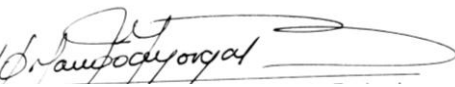
5 de 5

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Jorge Orlando Mayorga Bautista

Firma: 

Nombre Jurado: Jorge Orlando Mayorga Bautista

Firma: 

Nombre Jurado: Isauro Trujillo Vásquez

Firma: 



Universidad Surcolombiana

www.usco.edu.co



Universidad Surcolombiana

**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE
HIDROCARBUROS EN EL SECTOR NORTE Y SUR DEL DEPARTAMENTO
DEL HUILA**

**DANIEL FERNANDO MOSQUERA QUINTERO
JOHAN ESNEIDER REALPE ROJAS
SINDY TATIANA DUSSAN QUINTERO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
NEIVA
2016**

**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE
HIDROCARBUROS EN EL SECTOR NORTE Y SUR DEL DEPARTAMENTO
DEL HUILA**

**DANIEL FERNANDO MOSQUERA QUINTERO
JOHAN SNEIDER REALPE ROJAS
SINDY TATIANA DUSSAN QUINTERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito académico para optar al título
de Ingeniero de Petróleos**

Director

Geólogo ROBERTO VARGAS CUERVO

**Profesor titular de la Facultad de Ingeniería Departamento de Petróleos
Universidad Surcolombiana**

Codirector

Ingeniera HAYDEE MORLAES MONDRAGON

**Profesor Asistente de la Facultad de Ingeniería Departamento de Petróleos
Universidad Surcolombiana**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
NEIVA
2016**

Nota de aceptación

Firma del Director

Firma del Evaluador

Firma del Evaluador

Neiva, Huila Febrero 2016

DEDICATORIAS

A Dios padre, Hijo y Espíritu Santo

Por permitirme alcanzar este objetivo en la vida, porque su grande amor y misericordia me ha alcanzado y veo cumplir esta meta que desde muy joven había soñado. Por qué me ha dotado de sabiduría e inteligencia en las ciencias y este triunfo lo dedico principalmente a Él, pues de El proviene. A Él sea la gloria.

A mis Padres (Raúl Mosquera Quintero y Marilú Quintero Pérez)

La paciencia que han tenido para conmigo, su inmarcesible apoyo que me han brindado, por su enorme esfuerzo, amor, sus oraciones y su incondicional confianza en su hijo. Gracias padres por su amor incansable.

A mi Hermano (Oscar Mauricio Mosquera Quintero)

Por tu apoyo en el transcurso de la carrera universitaria, por apoyarme en los momentos difíciles con sus palabras de aliento.

A mi Prometida (Alejandra Vargas Salazar)

Tu enorme apoyo que me has brindado, incentivándome a luchar por alcanzar este objetivo, el cual es un triunfo de los dos, gracias por tu amor y paciencia que me has tenido.

A mi Familia y Amigos.

Dedico mi triunfo profesional a lo más grande que Dios nos ha dado que es la familia por su apoyo moral y espiritual, que de una u otra forma estuvieron a mi lado apoyándome y así lograr alcanzar esta meta. Gracias por su comprensión, apoyo y amistad que me proporcionan para obtener mi objetivo.

DANIEL FERNANDO MOSQUERA QUINTERO

DEDICATORIA

A Dios

Doy gracias al Todo poderoso, por este objetivo alcanzado; sin Él nunca lo habría logrado. La Sabiduría e inteligencia de la cual me ha dotado permitiéndome aprovecharla, en busca del desarrollo social de la sociedad.

A Mis Padres Amados

Este gran logro que hoy se cumple, lo dedico a ustedes por su grande sacrificio y esmero que han tenido para conmigo, acompañándome a lo largo de esta carrera de la Vida, de la cual se cumple una primera etapa; Gracias a vuestro apoyo en todas las áreas de la Vida.

A mis hermanos

Su calidez y apoyo incondicional ha sido vital para, superar esta meta que un día me trace y hoy veo cumplir; gracias por vuestra paciencia y comprensión aun en medio de la distancia.

JOHAN ESNEIDER EALPE ROJAS

DEDICATORIA

A EL SER SUPREMO

Inescrutables son tus palabras e incorruptibles tus caminos; de modo que sabes cómo actuar en cualquier condición y momento; por eso te doy infinitas gracias a Ti, por permitirme alcanzar este logro, que significa mucho en mi vida; Gracias por ayudarme en esta primera carrera de la vida, porque esta traerá consigo muchas otras.

A MI ESPOSO

Por su apoyo en todo momento, en las diversas dificultades que juntos hemos enfrentado, sabiendo superar las situaciones de la manera más correcta. Gracias por tus consejos que me permitían observar desde otra perspectiva los escenarios encontrados en el vivir diario.

A LAURITA

Porque eres mi mejor amiga, mi ayuda y consejera, por brindarme apoyo en la carrera que juntas hemos superado; gracias por tu amor y paciencia para conmigo.

SINDY TATIANA DUSSAN QUINTERO

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Roberto Vargas Cuervo por su dedicación, conocimiento aportado y soporte ilimitado en nuestro desarrollo personal e investigativo de este proyecto de grado.

A la profesora Haydee Morales Mondragón, por sus valiosas contribuciones en la prestación del laboratorio de crudos y derivados, aportando sus consejos para el desarrollo del proyecto.

A Antek S.A.; Laboratorio de Geoquímica Orgánica y Petróleo, por su apoyo en el atender a nuestra solicitud de brindar información correspondiente a pozos exploratorios ubicados cerca de las zonas estudiadas.

Al decano Ervin Aranda Aranda por su indiscutible apoyo en la etapa inicial del proyecto de grado.

Al profesor ISAURO TRUJILLO, por brindarnos su ayuda en indicarnos; el cómo elaborar el perfil geológico del rezumadero las Juntas; teniendo como fuente la plancha Geológica 389 del IGAC. La construcción de este Perfil, se realizó teniendo presente los elementos estructurales asociados al área de interés.

Al ingeniero de Petróleos Diego Sanmiguel por su apoyo en el contacto con el grupo Antek S.A y la ANH; para la obtención de información exploratoria.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	21
ABSTRACT.....	<i>¡Error! Marcador no definido.</i> 23
1. INTRODUCCIÓN.....	25
2. GENERALIDADES.....	27
2.1 RELACION CON LA INDUSTRIA PETROLERA.....	27
2.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA.....	28
2.3 MARCO TECTONICO DEL VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA	31
2.3.1. Evento Tectónico Distensivo.....	31
2.3.2. Evento Tectónico Compresivo.....	34
3. GEOLOGIA REGIONAL.....	36
3.1. Basamento Económico.....	36
3.1.1 Precámbrico.....	37
3.1.2 Gneis de Guapotón.....	37
3.1.3 Jurásico.....	38
3.1.3.1 Granito de Altamira.....	38
3.1.3.2 Cuerpos intrusivos Menores.....	38
3.1.3.3 Formación Saldaña.....	40
3.2 Cobertura Productiva.....	42
3.2.1 Formación Villeta (Kv) (Formación Hondita – Lomagorda).....	43
3.2.1.1 Caliza de Tetuán.....	44
3.2.1.2 Shale de Bambucá45.....	45
3.2.1.3 Caliza La Luna o Calizas La Frontera (Cenomaniano-Turoniano).....	45
3.2.1.4 Shale de Aico.....	45
3.2.2 Formación Monserrate.....	45
3.2.2.1 Unidad K4	45
3.2.2.2 Unidad K3	45
3.2.2.3 Unidad K2	45
3.2.2.4 Unidad K1	46

3.2.3 Formación Guaduala (TKg).....	46
3.2.3.1 Miembro San Francisco.....	47
3.2.3.2 Miembro Teruel	47
3.2.4 Formación Gualanday (Tg)	47
3.2.4.1 El Miembro Palermo	48
3.2.4.2 El Miembro Bache	48
3.2.4.3 El Miembro Tesalia.....	49
3.2.5 Formación Doima.....	50
3.2.6 Formación Honda.....	51
3.2.6.1 Honda Inferior	52
3.2.6.2 Honda Superior	52
3.2.7 Formación Neiva.....	53
3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	56
3.3.1 Pliegues	56
3.3.1.1 Sinclinal de Bache	56
3.3.1.2 Anticlinal de Palogrande	57
3.3.1.3 Anticlinal de Dina	57
3.3.1.4 Anticlinal de Timaná.....	57
3.3.1.5 Sinclinal de Suaza	57
3.3.1.6 Sinclinal de Tivolí.....	57
3.3.1.7 Sinclinal de Guayayamba.....	57
3.3.2 Fallas	58
3.3.2.1 Falla de Chusma y frentes de cabalgamiento asociados	58
3.3.2.2 Falla de Suaza	58
3.3.2.3 Falla Acevedo	59
3.3.2.4 Falla Altamira	59
3.3.2.5 Falla de Dina.....	59
3.3.2.6 Falla Bache	59
3.3.2.7 Falla de Palogrande	60
3.3.2.8 Falla Baraya	60

3.3.2.9	Falla de Timana	60
3.3.2.10	Falla de Brasil	61
3.3.2.11	Falla de Mortiñal.....	61
4.	GEOLOGIA DEL PETROLEO.....	62
4.1	Roca Generadora	62
4.2	Roca Reservorio	63
4.3	Roca Sello	63
4.4	Trampas.....	64
4.5	Carta de Eventos	64
5.	INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS	65
5.1	CLASIFICACIÓN DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS.....	65
5.1.1	Dismigración primaria.....	65
5.1.2	Dismigración secundaria	65
5.1.3	Tipos de Rezumaderos.....	66
5.1.3.1	Asfalto.....	66
5.1.3.2	Iridiscencia en Manaderos de Agua.....	67
5.2	IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS	67
5.3	INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL HUILA	69
6.	CARACTERIZACIÓN DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES GRUPO MINUS.....	73
6.1.1	Estadísticas asociadas al programa de monitoreo.....	74
6.1.2	Caracterización de Indicios superficiales referentes al área sur.....	75
6.1.3	INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE LAS JUNTAS.....	75
6.1.4	Localización geografica y vía de acceso de la vereda las Juntas.....	75
6.1.5	GEOLOGIA GENERAL DE LAS JUNTAS-Zona 1.....	78
6.1.6	GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL REZUMADERO LAS JUNTAS.....	79
6.1.6.1	Fallas	79
6.1.6.2	Falla de Suaza	79
6.1.6.3	Fallas Menores	80

6.1.7 Caracterización del indicio superficial de hidrocarburos de las juntas.....	80
6.1.7.1 Metodología de las pruebas de laboratorio	80
6.1.7.2 Preparación de las muestras de rezumaderos (Asfaltos).....	81
6.1.7.3 Extracción de la materia orgánica.....	81
6.1.7.4 Parámetros Básicos en Extractos Bituminosos de Rocas Impregnadas	82
6.1.7.5 Gravedad API.....	85
6.1.7.6 Análisis S.A.R.A. en rezumadero de asfalto de la vereda Las Juntas	83
6.1.7.7 Materia Orgánica Extraíble (MOE) y análisis S.A.R.A.	83
6.1.8 Resultados de la caracterización de los lúidos de las juntas.....	83
6.1.8.1 Análisis de resultados del indicio superficial de hidrocarburos de las juntas.....	86
6.1.8.2 Estéranos y Terpanos.....	86
6.1.8.3 Saturados/Aromáticos.....	88
6.1.8.4 Pristano/Fitano.....	88
6.1.8.5 Importancia en la Industria.....	89
6.2 INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE TOBO MUNICIPIO DE TIMANA-ZONA 2.....	89
6.2.1 Localización geográfica y vía de acceso vereda Tobo.....	89
6.2.2 Geología general de tobo Zona 2.....	90
6.2.3 Geología estructural de tobo.....	92
6.2.3.1 Fallas.....	93
6.2.3.2 Falla de la Estrella.....	93
6.2.4 Caracterización Del Indicio Superficial De Hidrocarburos De Tobo.....	93
6.3 INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS DE PAJIJÍ (MUNICIPIO DE ALTAMIRA-TIMANÁ-SUAZA) Zona-3.....	93
6.3.1 Localización geográfica y vía de acceso vereda Pajijí.....	93
6.3.2 Geología General De Pajijí.....	95
6.3.3 Geología Estructural Del Sector De Pajijí	98
6.3.3.1 Fallas y Pliegues.....	98
6.3.3.2 Sistemas de falla Acevedo.....	98
6.3.3.3 Sinclinal de Suaza	98

6.3.4 Caracterización Del Indico Superficial De Hidrocarburos Del Área De Pajijí (Altamira-Timaná-Suaza).....	99
6.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES CORRESPONDIENTES AL AREA NORTE..	100
6.4.1 Geología del Petróleo del área Norte.....	100
6.5 INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL LIMON MUNICIPIO DE TELLO-ZONA 5.....	101
6.5.1 Localización Geográfica y Vías de Acceso de la Finca El Limón.....	101
6.5.2 Geología general de la Finca El Limón.....	103
6.5.3 Geología Estructural De La Finca El Limon	104
6.5.3.1 Fallas y Pliegues.....	104
6.5.3.2 Falla de Baraya	104
6.5.3.3 Fallas Menores	105
6.5.4 Caracterización Del Indico Superficial De Hidrocarburos Del Area De Tello.....	105
6.6 INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE TRES HERMANOS (MUNICIPIO DE NEIVA) -Zona 4.....	106
6.6.1 Localización Geográfica y Vías De Acceso Del Tres Hermanos.....	106
6.6.2 Geología General De Tres Hermanos.....	108
6.6.3 Geología Estuctural De Tres Hermanos	108
6.6.3.1 Fallas y Pliegues	108
6.6.4 Caracterización Del Indico Superficial De Hidrocarburos Del Área De Tres Hermanos (Neiva).....	109
7.CONCLUSIONES.....	110
8. RECOMENDACIONES.....	112
BIBLIOGRAFIA.....	113

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de Indicios superficiales presentes en el departament Huila. ANH. 2010	73
Tabla 2. Rezumaderos del grupo MINUS	73
Tabla 3. Estadísticas Asociadas al programa de monitoreo	74
Tabla 4. Datos generales del rezumadero las Juntas	75
Tabla 5. Coordenadas de las estaciones del track del recorrido por el sector de Las Juntas, Timaná (Tobo) y Altamira.	77
Tabla 6. Resultados de las pruebas de Laboratorio	77
Tabla 7. Información general del punto registrado por la ANH	90
Tabla 8. Información general de los puntos registrados por la ANH	94
Tabla 9. Verdaderas coordenadas del rezumadero encontrado.	102
Tabla 10. Coordenadas de las estaciones del track , Finca El Limón	103

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Espaciomapa del área norte, donde se observa la morfología del Valle Superior del Magdalena, y la cobertura sedimentaria de la subcuenca de Neiva. Fuente: Museo Geológico y del Petróleo. Fuente: IGAC 29
- Figura 2.** Mapa físico del área Sur. Fuente: Museo Geológico Universidad Surcolombiana 30
- Figura 3.** Cuenca Marginal, Paleozoico – Inferior. Tomado de Vargas 31
- Figura 4.** Cuenca Interior Fractura, Paleozoico – Superior. Tomado de Vargas 32
- Figura 5.** Cuenca Interior Fracturada, Jurásico – Interior. Tomado de Vargas. 33
- Figura 6.** Cuenca Interior Fracturada; Cretáceo Superior- Paleoceno. Tomado de Vargas 1988. 34
- Figura 7.** Cuenca Interior Fracturada; Post –Mioceno. Tomado de Vargas. 35
- Figura 8.** Modelo de elevación digital del área de estudio donde se observa la morfología de la cordillera Central y Oriental y la cobertura sedimentaria de la subcuenca de Neiva. 36
- Figura 9.** Columna Estratigráfica generalizada del valle superior del Magdalena Subcuenca de Neiva. Fuente: Ecopetrol, ICP-2000, modificado por Vargas 55
- Figura 10.** Línea regional 9- Atlas Sísmico de Colombia placa 3.1.1.6. El punto (1) Hace referencia al campo San Francisco, (2) Campo Tenay, (3) Campo Dina. (Obtenido de Ecopetrol, Geotec, Robertson, 1998) 60
- Figura 11.** Metodología utilizada para clasificar la madurez de la materia orgánica con respecto a su Temperatura máxima y la reflectancia a la vitrinita.* Extraído del Atlas Geoquímico; Sciences Research Journal / Organic Geochemistry Atlas of Colombia Second Edition. 62

- Figura 12.** Carta de eventos de los sistemas petrolíferos de la zona de estudio (Hocol S.A. Modificada Vargas R, Fajardo C.2015) 64
- Figura 13.** Mapa de la localización general de los indicios superficiales de hidrocarburos del país. Tomado de la Agencia Nacional de Hidrocarburos. 69
- Figura 14.** Mapa de la localización general de los indicios superficiales de hidrocarburos del VSM. Tomado de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias; Earth Sciences Research Journal. (2010) 70
- Figura 15.** Diagrama de Van Krevelen modificado muestra los cambios producidos en el kerogeno por el incremento del calor asociado con el proceso de sepultamiento. Tomado de la revista Oilfield Review Schlumberger 71
- Figura 16.** Relación de puntos positivos (Rezumaderos) y no encontrados teniendo como base el inventario de la ANH. 74
- Figura 17.** Track del GPS del recorrido por el sector de Las Juntas. (Imagen Satelital Google Earth). 76
- Figura 18.** Mapa Geológico del área de las Juntas. (Municipio de Suaza). 78
- Figura 19.**Resultados de la Prueba C15 n-Alkanes y Steranes. 85
- Figura 20.** Transformación térmica del Kerogeno. La generación de hidrocarburos en las rocas generadoras es controlada principalmente por la temperatura, conforme el contenido de Kerogeno pasa de carbono reactivo a carbono muerto. Tomada de Oilfield Review , 2011 Volumen 23, No2- Pag 40 Copyrigh @ 2011 Scumbemger.(Modificado de Tissot et al). 87
- Figura 21.** Grafica entre saturados/aromáticos y el índice de preferencia al Carbono, muestra del rezumadero de las Juntas. 88
- Figura 22.** Track de la zona 2, en el punto de Tobo. Obtenida del Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) 90

- Figura 23.** Perfil del rezumadero de Tobo. Se pueden evidenciar que la presencia del sinclinal de Guayayamba permite que se cumpla con las condiciones de una trampa estratigráfica a lo largo de la falla la Estrella. 93
- Figura 24.** Track de la zona 3. Sobre la jurisdicción de los municipios de Altamira, Suaza y Timaná. (Obtenidos del Geoportal del IGAC). Se ubican los puntos registrados por la ANH. (Sub Zonas de Pajijí y Suaza). 96
- Figura 25.** Perfil geológico, plancha 389 del SGC (Servicio Geológico Colombiano) & Geoestudios (2003). 99
- Figura 26.** Localización del campo Tello. 101
- Figura 27.** Vista satelital del track correspondiente al rezumadero de la finca el Limón, municipio de Tello. 102
- Figura 28.** Track del punto de Tres Hermanos. Obtenido de Google Earth 107

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Ortogranito de Garzón. Vía Altamira-Guadalupe	37
Fotografía 2. Neis Guapotón, semimeteorizado y muy fracturado.	38
Fotografía 3. Presentación macroscópica de las rocas que constituyen el Neis de Guapotón - Mancagua.	38
Fotografía 4. Granito de Altamira	39
Fotografía 5. Granito de Altamira. Foto obtenida en la vía Altamira-Guadalupe.	40
Fotografía 6. Morfología de la Formación Saldaña a la altura de la vereda Pajijí. (Municipio de Altamira).	41
Fotografía 7. Tobas líticas de la Formación Saldaña (Vía Pitalito-Acevedo).	42
Fotografía 8. Formación Villeta (Hondita-Loma gorda), de era cretácica. En el valle de la quebrada la Neme representada por la formación Bache y Palermo; del paleógeno. Vía Suaza – Vda. Las Juntas. Al fondo de la imagen (Izquierda) Formación Granito de Altamira.	43
Fotografía 9. Morfología de las Formaciones Villeta y Saldaña, a la altura del Municipio de Saladoblanco.	43
Fotografía 10. Formación Villeta en el Municipio de Tello, en la vía que comunica el casco urbano del municipio de Tello con la vereda la Sierra del Gramal.	44
Fotografía 11. Cuenca del río Villavieja; al fondo se observa el sinclinal del Tivolí. Formaciones Monserrate y Villeta. Vista desde la vía Tello- Sierra del Gramal.	46
Fotografía 12. Pericongó Vía Timaná-Altamira; sobre el Formación Gualanday.	49
Fotografía 13. Capas de conglomerados y areniscas sobre la margen derecha del río Suaza.	49
Fotografía 14. Vista de las formaciones Gualanday y Guaduala; en el valle del río Timaná; desde la Vereda Naranjal. Al lado derecho se observan las cuchillas que conforman el sitio denominado “Pericongó”.	49

- Fotografía 15.** Pericongó Vía Timaná-Altamira. Conjunto estratificado de arenisca con intercalaciones de conglomerados pertenecientes a la Formación Gualanday (Miembros Tesalia, Bache y Palermo).Potencia de 50 metros; el conglomerado está conformado por fragmentos de tamaño guijas y gujarros, especialmente ágatas, jaspes y fragmentos de rocas; la arenisca presenta grano fino a grueso, cuarzosa, de color rojizo a café. La arenisca presenta buena a regular porosidad, lo que la caracteriza como una adecuada roca reservorio. 50
- Fotografía 16.** Miembro Tesalia a la altura del municipio de Suaza, en la vía que comunica a los municipios de Altamira con Suaza. 50
- Fotografía 17.** Formación Honda sobre la quebrada el Dindal, con la significativa presencia de materia orgánica. 55
- Fotografía 18.** Formación Honda y Neiva a la altura del Km 8 en la vía que comunica a la ciudad de Neiva con Bogotá D.C. 53
- Fotografía 19.** Afloramiento del Cuaternario inferior perteneciente a la formación Villavieja. 53
- Fotografía 20.** Afloramiento en el 1Km ruta Tello-Barayá, perteneciente a depósitos aluviales del río Villavieja. 54
- Fotografía 21.** Falla de Suaza (Km 30) en la vía que comunica al municipio de Suaza con Florencia. 59
- Fotografía 22.** Asfalto en la vereda las Juntas. 66
- Fotografía 23.** Iridiscencia en manadero de agua, Finca el Limón; Municipio de Tello, (Vía Tello- Sierra del Gramal). 67
- Fotografía 24.** Formación Gualanday en la vereda las Juntas. 79
- Fotografía 25.** Determinación de la gravedad API usando Beaker para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos de Las Juntas. 81
- Fotografía 26.** Determinación de la Gravedad API utilizando el Fluoroscopio (Universidad Surcolombiana- Laboratorio de Geología del petróleo). 81

Fotografía 27. Asfalto en la vereda las Juntas.	84
Fotografía 28. Afloramiento de la Formación Guaduala, municipio de Timaná.	91
Fotografía 29. Depósitos aluviales sobre la quebrada Tobo.	92
Fotografía 30. Afloramiento del cuerpo intrusivo perteneciente al Granito de Altamira.	96
Fotografía 31. Afloramiento de la formación Doima en el área de influencia del punto registrado. Se observan la secuencia interestratificada de areniscas y arcillolitas de la formación Doima.	97
Fotografía 33. Estanque de agua; construido como fuente de abastecimiento para consumo interno de la Finca zona donde se presenta la iridiscencia.	103
Fotografía 34. Morfología de la formación Neiva. Municipio de Tello.	104
Fotografía 35. Iridiscencia sobre el arroyo de la Finca El Limón.	106
Fotografía 36. Laguna de Tres Hermanos, ubicada a 100 metros del punto registrado.	107
Fotografía 37. Morfología de la formación Honda, a la altura del sitio de Tres Hermanos.	108
Fotografía 38. Clara Imbricación en la zona de Tres Hermanos.	109

RESUMEN

Este trabajo hace parte de la investigación macro denominada “CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN DEPARTAMENTO DEL HUILA”, ejecutado por el Museo Geológico y del Petróleo con el apoyo del grupo de investigación en Ecosistemas Estratégicos ECOSURC.

La ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos) publica la última actualización del mapa de los rezumaderos en Colombia y entre los cuales se observa que en el departamento del Huila se encuentran reportados cuarenta (40) rezumaderos georeferenciados con coordenadas origen Bogotá, con la información anexa de la localización estratigráfica para algunos de ellos.

No existe oficialmente ninguna otra publicación que relacione o realice trabajos de investigación sobre rezumaderos presentes en el Huila. Por esta razón, el Museo Geológico y del Petróleo de la Universidad Surcolombiana con el apoyo de estudiantes del programa de Ingeniería de Petróleos en la realización de su tesis de grado se propuso realizar esta investigación en la cual se busca corroborar la información presentada por la ANH como también caracterizar estos indicios geológicamente y de sus fluidos asociados a los indicios superficiales presentes.

El principal objetivo de este trabajo de grado, denominado grupo MINUS es la de realizar una evaluación, de carácter geológico de 5 zonas en donde según la ANH (Agencia nacional de hidrocarburos se evidencia la presencia de indicios superficiales. Las áreas otorgadas cubren los municipios de Tello, Neiva, Suaza, Altamira y Timaná.

De los siete (7) indicios georreferenciados y asignados inicialmente a esta parte del proyecto, solo fueron ubicados dos (2) de ellos, en los municipios de Suaza y Tello para los cinco (5), indicios superficiales georreferenciados por la ANH que no fueron hallados se realizó el reconocimiento geológico, estructural y estratigráfico de acuerdo a los objetivos del proyecto.

Con la información suministrada por la ANH y Antek S.A.;-Laboratorio de Geoquímica Orgánica y Petróleo- de algunos estudios previos realizados a rezumaderos de la zona de influencia, de igual forma a la base de datos del Servicio Geológico Colombiano, en la plataforma SICAT (Sistema de información para el inventario, catalogación, valoración y administración de la información

técnico-científica), se logró correlacionar las estructuras superficiales , con el subsuelo en el sector, construyendo de esta manera las columnas estratigráficas.

Para la caracterización geológica se tuvo en cuenta parámetros como: formación a la cual pertenece, características geológicas y sistema petrolífero; en la caracterización petrográfica se tuvo en cuenta los tipos de roca, análisis mineralógico y textural, en cuanto a la geología del petróleo se tuvo en cuenta el tipo de migración , primaria o secundaria, de igual forma si es un indicio superficial activo o inactivo, donde se pudieron tomar muestras de crudo , se realizó la caracterización geoquímica de los fluidos, realizando las siguientes pruebas: Gravedad API utilizando el Método disolución (Beaker), el fluoroscopio e información de un análisis antes realizado por le empresa Antek S.A. a través del Laboratorio de Geoquímica Orgánica y Petróleo con los cuales lograron determinar la existencia de hidrocarburos en las rocas ; usando la geoquímica orgánica la cual permite el estudio de la materia orgánica y bio-marcadores presente en materiales geológicos, tales como carbones, aceites y rocas sedimentarias, desde su incorporación a los diferentes ambientes de depósito hasta su transformación termoquímica en hidrocarburos, sea útil en la prospección petrolera.

Los biomarcadores se encuentran presentes en las muestras geológicas, en concentraciones menores al 1% formando parte de mezclas complejas con otros compuestos de diversas clases químicas. Para lograr detectarlos es necesario, separar los extractos de roca o aceites utilizando cromatografía líquida, los resultados obtenidos manifiestan la importancia de los biomarcadores como herramienta analítica en la prospección petrolera.

Se observa que el rezumadero ubicado en el municipio de suaza vereda las juntas, tiene un alto porcentaje de estéranos C_{29} y C_{30} , lo cual sugiere un ambiente deposicional marino, esto puede ser evidenciado con la litología del sector referente a sedimentos depositados in-situ en baja energía.

ABSTRACT

This work is part of research macro called "Characterization of surface GEOLOGICAL EVIDENCE IN OIL Huila", implemented by the Petroleum Geological Museum and supported by the research group Strategic Ecosystems ECOSURC.

The ANH (National Hydrocarbon Agency) published the latest update map seeps in Colombia and among which it is observed that in the department of Huila are reported forty (40) seeps georeferenced coordinate origin Bogotá, with the accompanying information stratigraphic location for some of them.

There is officially no other publication that links or do research on these seeps in Huila. For this reason, the Geological Museum and the Petroleum of Surcolombiana University with the support of students in the program Petroleum Engineering in the realization of his thesis was proposed this research which seeks to corroborate the information provided by the ANH as geologically characterize these indications and their associated fluids to surface indications present.

The main objective of this paper grade, called MINUS group is to conduct an assessment of geological character of 5 areas where according to the ANH (National Hydrocarbons Agency the presence of surface evidence is evidence. The areas cover granted municipalities Tello, Neiva, Suaza, Altamira and Timaná,

Seven (7) georeferenced evidence and initially assigned to this part of the project, were only located two (2) thereof, in the municipalities of Suaza and Tello for five (5) surface indications georeferenced by the ANH that were not We found the geological survey, structural and stratigraphic according to the objectives of the project was completed.

With the information provided by the ANH and Antek SA; -Laboratory of organic geochemistry and petroleum of some previous studies to seep in the area of influence, just as the database of the Colombian Geological Service, the SICAT platform (Information system for inventory, cataloging, evaluation and management of scientific-technical) information, they were necessary for the construction of stratigraphic columns.

For geological characterization took into account parameters such as: training to which it belongs, geology and petroleum system; on the petrographic

characterization was considered rock types, mineralogical analysis and textural, in terms of petroleum geology took into account the type of migration, primary or secondary, just as if it is an active or inactive surface indication, where they could take samples of oil, geochemistry fluid characterization was carried out by performing the following tests: API Gravity beaker using the dissolution method, fluoroscopy and information from an earlier analysis by company Antek SA through the Laboratory of Organic Geochemistry and Petroleum with which they were able to determine the existence of hydrocarbons in rocks; using organic geochemistry which allows the study of organic matter and biomarkers present in geological, such as coal, oil and sedimentary materials, since joining the different depositional environments to its thermochemical conversion into hydrocarbons, it is useful in oil exploration.

Biomarkers are present in geological samples, at concentrations below 1% part of complex mixtures with other compounds of different chemical classes. To achieve detect necessary removing rock extracts or oils using liquid chromatography, the results demonstrate the importance of biomarkers as an analytical tool in oil exploration.

It is noted that seep located in the municipality of sidewalk Suaza joints, has a high percentage of Steranes C₂₉ and C₃₀, suggesting a marine depositional environment, this can be evidenced by the lithology of the sector regarding sediments deposited in-situ low energy.

1. INTRODUCCION

En la última década, la industria petrolera colombiana ha venido mostrando, un estancamiento en el descubrimiento de nuevas reservas considerables de hidrocarburos; motivo que preocupa a la Nación, por el importante papel que juegan los recursos energéticos. Por tal razón es necesario retornar a la senda de la exploración de nuevos yacimientos que garanticen, la permanencia de los hidrocarburos y de antemano las regalías de la región.

El actual precio del crudo (WTI), se encuentra oscilando por USD 29 el barril, lo cual ha repercutido de manera significativo a la industria, y de una u otra forma estancado los estudios de exploración en el país. Al realizar esta investigación se contribuye en la búsqueda de nuevos prospectos, ayudados con información que permita correlacionar el subsuelo de las zonas de interés con la superficie y de esta manera evaluar la viabilidad productiva.

Particularmente el departamento de Ingeniería de Petróleos, tiene como políticas el formar profesionales integralmente capaces de explotar técnicamente las reservas de hidrocarburos, cumpliendo con los objetivos Socio-económicos del país y de la industria petrolera, en un marco de desarrollo sostenible del entorno como producto de su actividad académica e investigativa, por lo cual El Museo Geológico y del Petróleo, de la Universidad Surcolombiana, representado por su director Msc. Geólogo ROBERTO VARGAS CUERVO, y en conjunto con tesis de los estudiantes del programa de Ingeniería de Petróleos, a través de los años ha venido realizando estudios de la geología de superficie en el Valle Superior del Magdalena (VSM) en la subcuenca de Neiva con el objetivo de transmitir o dar a conocer a sus estudiantes algunos de los métodos de exploración geológica de superficie y conocimiento de la estratigrafía de la subcuenca de Neiva y el departamento del Huila para que una vez sean profesionales logren desarrollar proyectos viables y económicamente atractivos.

El presente trabajo tiene como objetivo primordial la Caracterización geológica de indicios superficiales de hidrocarburos en la zona "MINUS" (Municipios de Tello, Neiva, Suaza, Altamira y Timaná.), zona norte y sur del Huila; el cual hace parte del proyecto macro: "CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA"; liderado por el Museo Geológico y del Petróleo con el apoyo del Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos - ECOSURC de la Universidad

Surcolombiana, para la realización de dicho trabajo fue necesario realizar visitas de campo, donde se reconocieron geográfica y geológicamente además de cartografiar las zonas de interés; a la vez se recolectaron muestras de fluido y roca, necesarias para un posterior análisis de laboratorio, con el fin de evaluar y corroborar la información suministrada por la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos), logrando así construir una base de datos que ayude para futuras investigaciones.

Las características geoquímicas de las muestras del VSM fueron estudiadas usando propiedades básicas como la gravedad API, y contando con la información suministrada por la empresa Antek S.A, se tuvieron en cuenta parámetros como cuantificación de materia orgánica extraíble (MOE) y fraccionamiento S.A.R.A ; esto para el rezumadero las Juntas. Las fracciones de saturados y aromáticos se analizaron para isotopos estables del carbono, cromatografía de gases acoplada detector de ionización de llama, con el fin de evaluar el ambiente de deposicional y la madurez termal.

2. GENERALIDADES

El objetivo primordial de este proyecto es hacer una caracterización de siete de los cuarenta indicios superficiales presentes en el departamento del Huila, haciendo un reconocimiento de su existencia y una descripción geológica donde se tiene en cuenta la estratigrafía, petrografía, análisis estructural y caracterización de fluidos definiendo la gravedad API y características de crudos y asfaltos; clasificando los rezumaderos según su dinámica y determinar a qué estructura geología se encuentran asociados y la importancia económica que tienen estos indicios de acuerdo a su posición geológica.

El presente proyecto de investigación nace, debido a la necesidad de la caracterización geológica y de los fluidos de los indicios superficiales de hidrocarburos (rezumaderos) en el sector norte y sur del departamento del Huila, debido a que solo se conoce de su ubicación de acuerdo al inventario preliminar de rezumaderos en Colombia de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), por lo cual se hace necesaria una caracterización, con el fin de determinar su importancia económica.

Todo esto se hace en pro de ayudar a recolectar información base para proyectos venideros sobre indicios superficiales en el departamento del Huila y en pro de brindar soportes para incrementar la exploración petrolífera, en la región.

2.1. RELACION CON LA INDUSTRIA PETROLERA

El Valle Superior del Magdalena, y especialmente la subcuenca de Neiva es reconocida como zona productora desde 1962 en un periodo de 20 años que va hasta 1982 cuando fueron descubiertos varios yacimientos petrolíferos al norte de la ciudad de Neiva, dándole a la subcuenca de Neiva y a los campos allí presentes una historia de producción que llega a sobrepasar en algunos casos los 50 años; en los campos allí presentes hay en estos momentos un evidente desgaste sustentado con la caída en la producción, por lo cual resulta necesario la obtención de hidrocarburos de otras fuentes no convencionales.

El reconocimiento de zonas de interés exploratorio para hidrocarburos convencionales o no, conllevan tareas investigativas, entre ellas la geología y sus

áreas, que incluyen el reconocimiento de la litología y geoquímica de una cuenca petrolífera. En el Valle Superior del Magdalena, estos estudios han sido limitados.

En el presente documento se hace un enfoque especial a la caracterización geológica y geoquímica de los indicios superficiales de hidrocarburos evidenciados; ayudados de información suministrada por la ANH y ANTEK S. A., respecto a muestras de Zanja de pozos exploratorios, con la finalidad de correlacionar el subsuelo y la superficie. El estudio y reconocimiento de las rocas y estructuras geológicas asociadas a los indicios superficiales de hidrocarburos en la subcuenca de Neiva dan un enfoque adecuado para la extracción de hidrocarburos asociados.

2.2. LOCALIZACION GEOGRAFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA

El área de estudio se encuentra localizada en la subcuenca de Neiva, en el Valle Superior del Magdalena; abarcando las jurisdicciones de los municipios de Tello, Neiva, Suaza, Altamira y Timaná.

Para localizar y desarrollar el itinerario correspondiente se utilizaron las planchas topográficas; 323 – IIC, 323 – IIID, 324 – IC, 389 – IC, 389 – IB; a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

La base cartográfica utilizada para este proyecto fue consultada y adquirida por el Museo Geológico y del Petróleo de la Universidad Surcolombiana, utilizando las planchas geológicas y espaciomapas antes mencionadas, a escala 1:100.000.

Para fines logísticos las áreas de estudio, fueron divididas en dos; el área Norte y Sur.

Área Norte:

El Área Norte fue dividida en Zonas para un mejor desarrollo del proyecto. La zona 4, en general esta se sitúa en el valle superior del Magdalena, correspondiente a jurisdicción del municipio de Neiva, en la vía que comunica a Bogotá (Km 11) en el sitio llamado “Tres hermanos”. La ubicación se obtuvo de las planchas topográficas escala 1:25000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC).

- ❖ Plancha 323 – II C
- ❖ Plancha 323 – II D

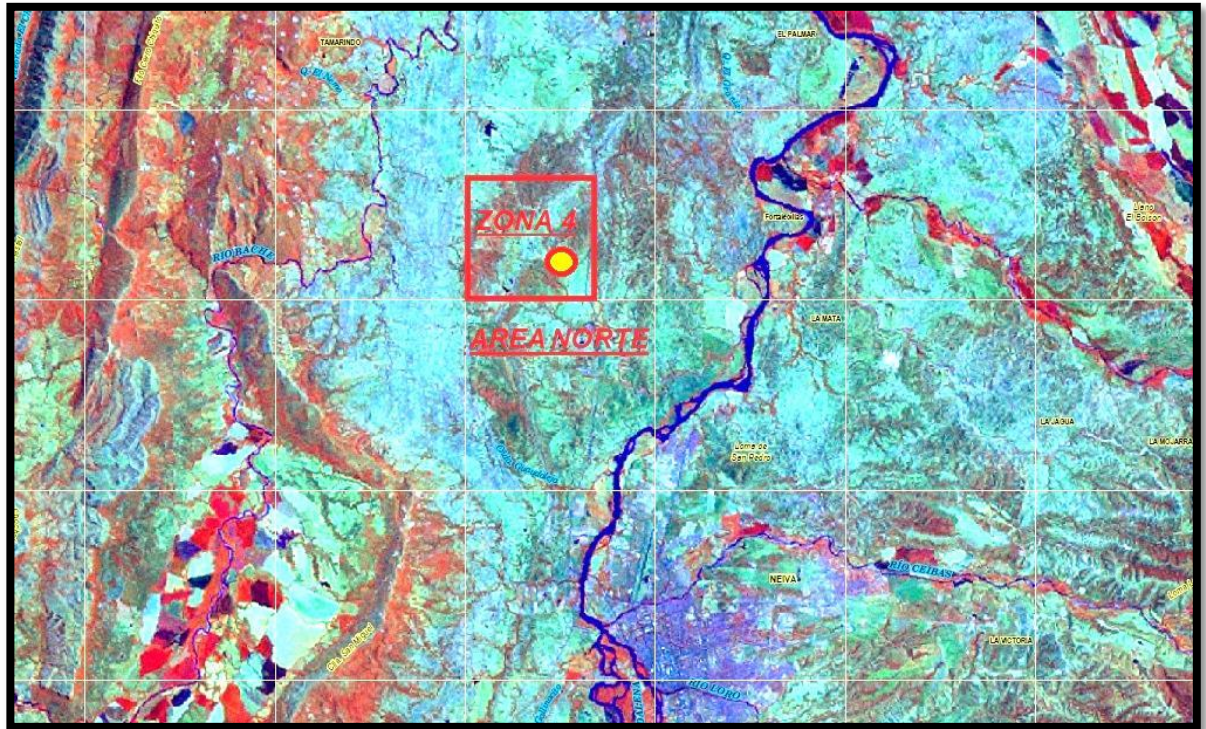


Figura 1. Espaciomapa del área norte, donde se observa la morfología del Valle Superior del Magdalena, y la cobertura sedimentaria de la subcuenca de Neiva. Fuente: Museo Geológico y del Petróleo. Fuente: IGAC

La zona 5 comprende la estribación occidental de la cordillera oriental abarcando el municipio de Tello, en las planchas topográficas escala 1:25000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC).

❖ Plancha 324 – IC

Área Sur:

El Área Sur fue dividida para un mejor desarrollo del proyecto, en Zonas (1,2, 3). La ubicación se obtuvo de la plancha topográfica escala 1:25000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC).

❖ Plancha 389 – IC

La Zona 1 (vía- Suaza- Vereda las Juntas, Km 24), en la ladera de la cordillera oriental; jurisdicción del municipio de suaza. Se ubican los mencionados lugares

en las planchas topográficas escala 1:25000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC).

- ❖ Plancha 389 – IB
- ❖ Plancha 389 – IC

La Zona 2 comprende un sistema montañoso perteneciente a la cordillera central, en la cuenca de la quebrada Tobo, a una distancia de 10 Km del casco urbano de Timaná, en la vía que comunica con el municipio de Pitalito.

La Zona 3 comprende un sistema montañoso perteneciente a la cordillera central, el cual es vilmente separado por el rio suaza de la cordillera oriental, a la altura del corregimiento Naranjal y la vereda Pajijí, jurisdicción del municipio de Altamira. La Zona 3 ha sido subdividida en Sub-Zona Pajijí y Sub-Zona Suaza.

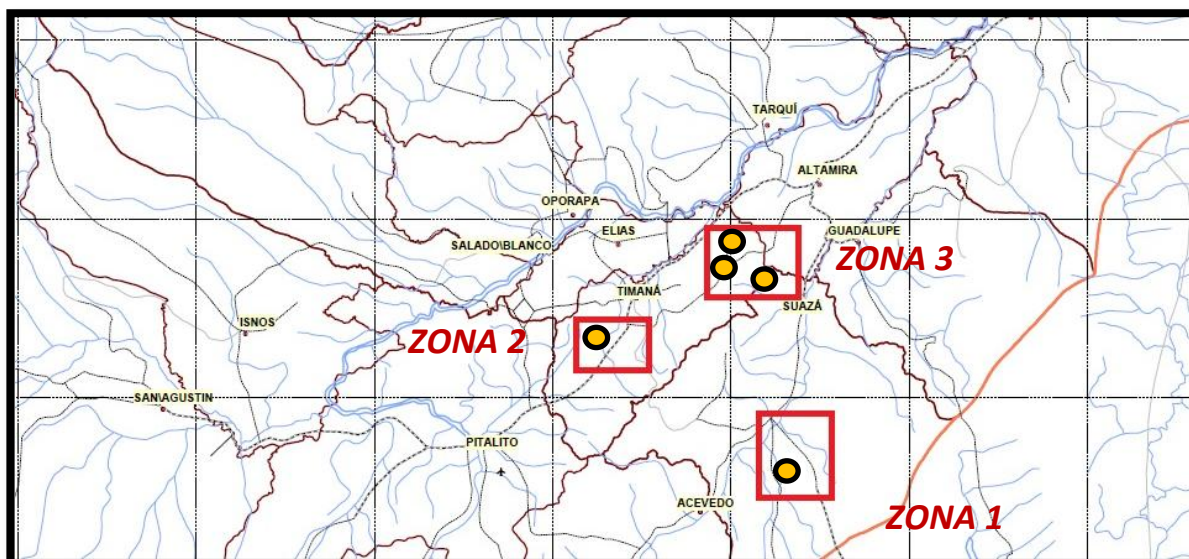


Figura 2. Mapa físico del área Sur. Fuente: Museo Geológico Universidad Surcolombiana

Hasta las zonas de estudio es posible acceder por carreteras pavimentadas y carretable, y en ciertos lugares caminando.

La base cartográfica manejada para este proyecto fue consultada y adquirida al utilizando las planchas geológicas y espacio-mapas antes mencionadas a escala 1:100.000.

*Las coordenadas utilizadas en la presente investigación, son origen Bogotá y coordenadas planas de Gauss origen oeste, asociado al sistema MAGNA-SIRGAS WGS84

2.3. MARCO TECTONICO DEL VALLE SUPERIOR DEL MAGDALENA

El Valle Superior del Magdalena (VSM) es una región compleja geológicamente, donde afloran rocas desde el Precámbrico hasta el Reciente y conforman un relieve irregular. En el VSM se presentan dos eventos tectónicos ocurridos entre finales del Paleozoico a reciente que a continuación se describen.

2.3.1 Evento Tectónico Distensivo

Se presenta en la cuenca durante finales del Paleozoico o inicio del Mesozoico y al inicio del Terciario, evento que se desarrolló de la siguiente manera:

➤ Paleozoico inferior.

Durante el paleozoico inferior en la región entre la ancestral cordillera central y los llanos existía una cuenca marina de tipo marginal de relleno somera sobre un basamento precámbrico conformado por lo que hoy denominamos el macizo de Garzón. La placa oceánica no había chocado contra el continente y la deposición consistió principalmente en sedimentos de plataforma conformado por rocas pelíticas (Limolitas, lodolitas y arcillolitas), calizas y rocas clásticas gruesas.

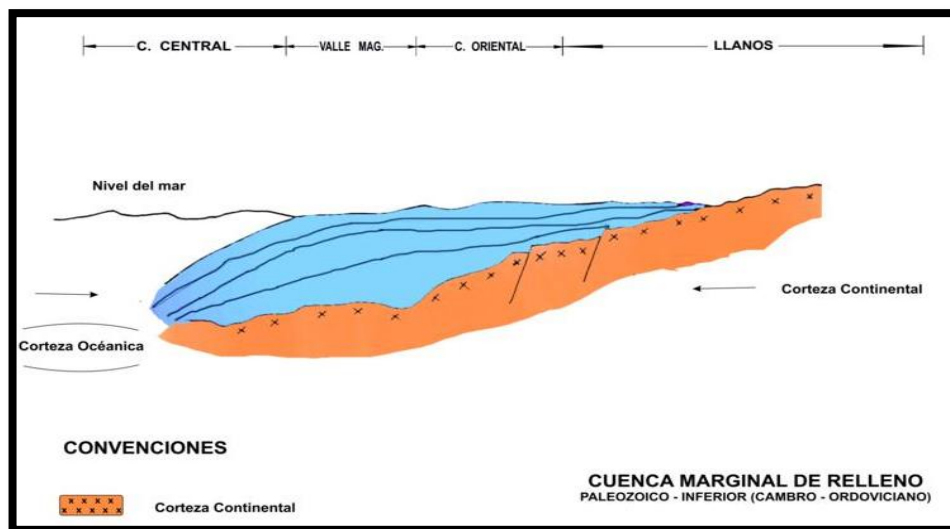


Figura 3. Cuenca Marginal De Relleno, Paleozoico – Inferior. Tomado de Vargas 1988

➤ Paleozoico superior

En el paleozoico superior (silúrico devónico pernico) hace contacto la placa oceánica chocando contra la placa continental generando un paleo-relieve positivo siendo el inicio de la cordillera central esto provoca un evento orogénico denominado orogenia caledoniana la cual litifica los sedimentos del paleozoico inferior y sufren metamorfismo principalmente en el sector occidental (cordillera central, valle superior del magdalena y cordillera oriental) generando los hoy denominados grupos Cajamarca (Huila y Tolima) grupo Valdivia y Ayura Montebello en el norte de Colombia. Hacia el sector del hoy llamado llanos orientales, las rocas del paleozoico inferior no sufrieron metamorfismo, estando conformadas por lutitas, margas y areniscas, razón por la cual en algunas perforaciones realizadas en los llanos se ha bajado a esta secuencia paleozoica.

Como producto del fenómeno orogénico se genera una tectónica de bloques formando una cuenca marina interior fracturada en la cual deposito sedimentos de plataforma y zona batial principalmente como lodolitas arcillolitas, calizas y niveles fosilíferos estando representados en el Huila por las rocas de la formación hígado localizadas en el sector de garzón.

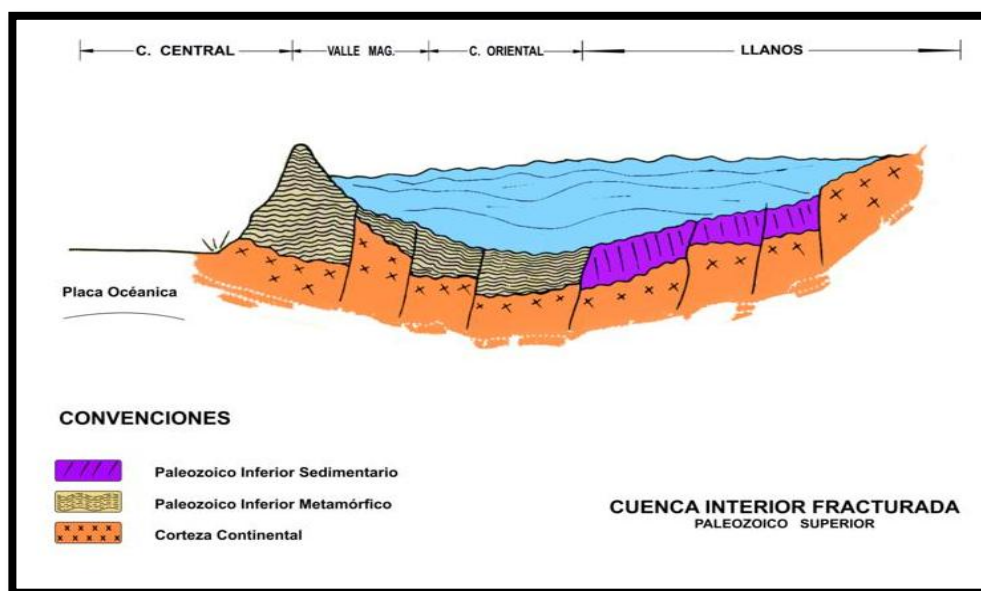


Figura 4. Cuenca Interior Fractura, Paleozoico – Superior. Tomado de Vargas 1988.

➤ Triásico inferior

En el triásico inferior se retira el mar generando un ambiente continental altamente oxidante representado por las capas rojas de la Formación Luisa, la cual se

restringió a la región occidental del actual Valle Superior del Magdalena. En el Triásico superior luego de una intensificación de los procesos tectónicos y de la subsidencia del área de sedimentación, el mar penetró en el Valle Superior del Magdalena y dio lugar a la deposición de calizas fosilíferas correspondientes a la Formación Payandé, retirándose luego de la acumulación de la parte basal de la Formación Saldaña.

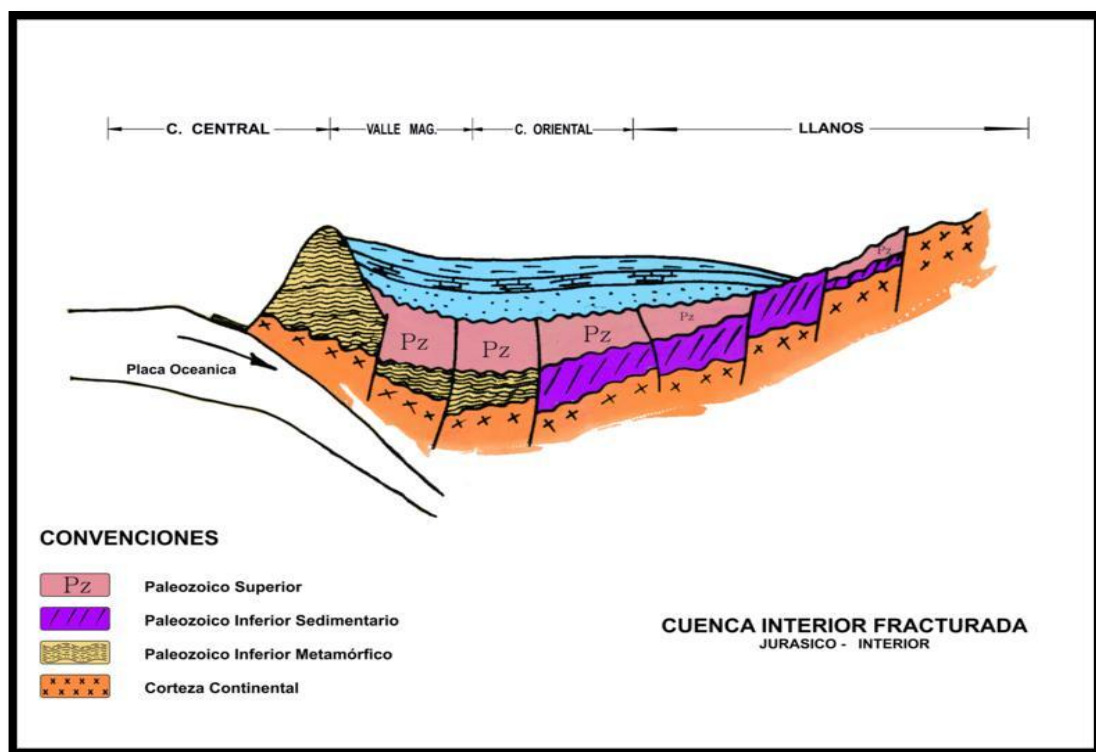


Figura 5. Cuenca Interior Fracturada, Jurásico – Interior. Tomado de Vargas 1988.

➤ Jurásico

Luego ocurre un periodo de no depositación y/o erosión entre el jurásico Medio a Superior y buena parte del Cretácico inferior. La deposición de la Formación Yaví señala el inicio de una nueva etapa de distensión, con que cubre el Valle Superior del Magdalena y el ámbito de las actuales Cordilleras Central.

➤ Cretácico

Durante el periodo cretácico se genera una cuenca marina interior fracturada la cual deposita las formaciones caballos, Villeta y Monserrate. A finales del mastrichtiano ocurre una regresión o retiro paulatino del mar iniciando un proceso

de transición representado por la formación Guaduala, lo cual deposita principalmente arcillas en un ambiente parálico. Posteriormente con un sollevamiento de la cordillera central genera grandes corrientes fluviales que deyectan en dirección oeste – este generando durante el eoceno y oligoceno grandes depósitos fluviales correspondientes las formaciones gualanday, Doima y Potrerillo, Colmatando la cuenca sedimentaria.

A principio del mioceno se inicia el proceso de levantamiento de la cuenca producto denominada orogenia andina generando la llamada hoy cordillera oriental y generando el rompecabezas de las actuales cuencas continentales.

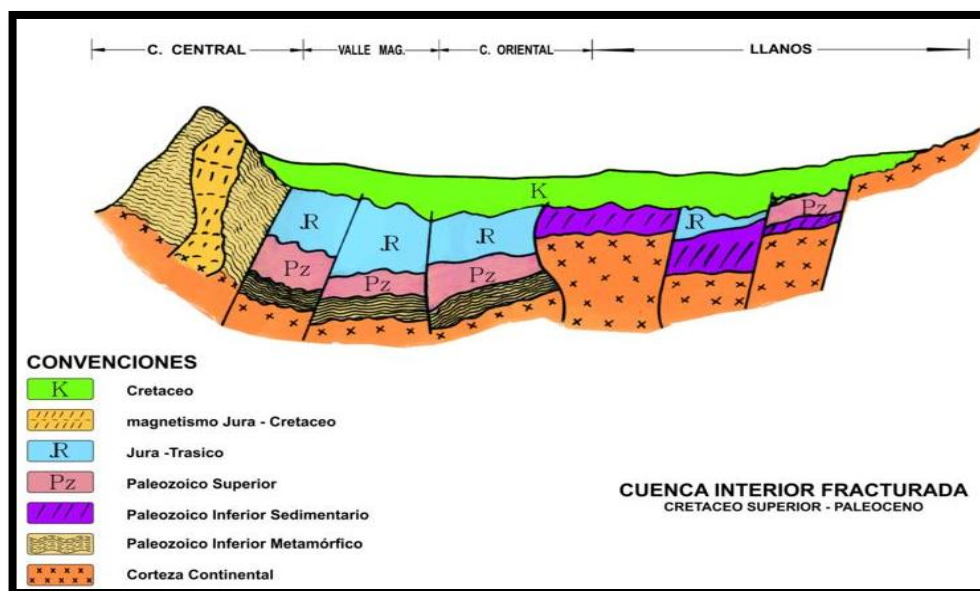


Figura 6. Cuenca Interior Fracturada; Cretáceo Superior – Paleoceno. Tomado de Vargas 1988.

2.3.2 Evento Tectónico Compresivo

Ocurrido entre inicios del cenozoico y el Presente, comprende los distintos eventos que determinan la estructura y morfología actual del VSM y las cordilleras adyacentes:

A comienzos del cenozoico, durante el Paleoceno- Eoceno, empiezan levantamientos rápidos en algunos sectores de la cordillera Central con la presencia de emersiones lentas y locales de la cordillera Oriental, a través de fallas de tipo inverso con planos que pudieron ser heredados de la etapa de distensión previa, lo que origina que el mar se retire hacia el NE y SE a partir de la actual bifurcación de las Cordilleras Central y Oriental, dando paso a la acumulación de sedimentos continentales de tipo molasicos.

A finales del cenozoico Medio y durante el Terciario Tardío, el levantamiento de las cordilleras alcanzo su máxima intensidad generando en primer lugar el sistema de fallas de Chusma- Girardot, y luego el sistema de fallas de Garzón, lo cual ocasiono cabalgamientos acentuados que exponen el basamento y el Paleozoico en los bordes de las cordilleras, quedando concentrados el Mesozoico y Cenozoico en el centro de la depresión.

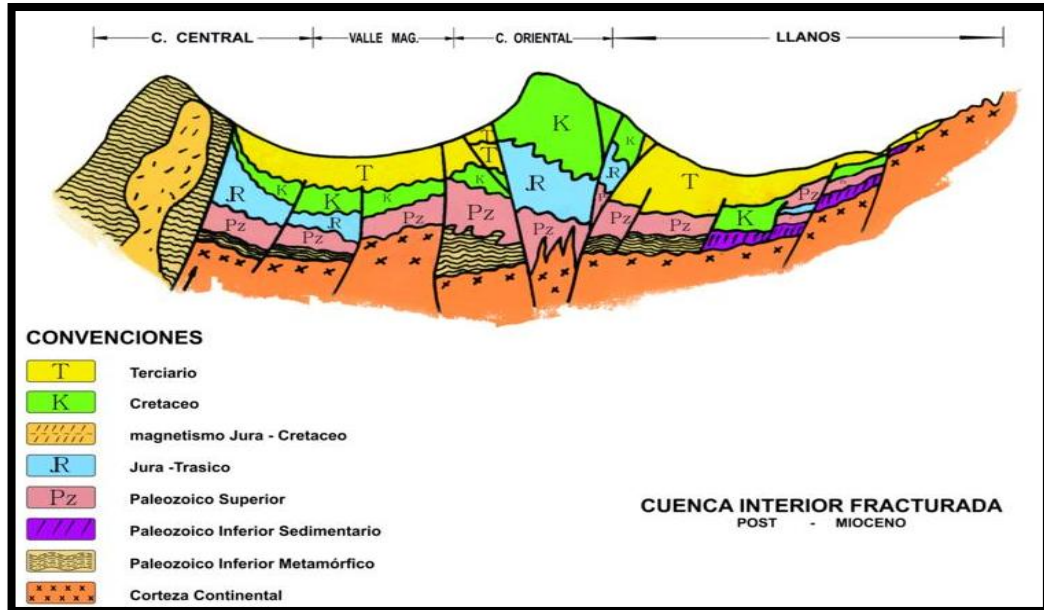


Figura 7. Cuenca Interior Fracturada; Post – Mioceno. Tomado de Vargas 1988.

3. GEOLOGIA REGIONAL

3.1. BASAMENTO ECONOMICO

El denominado Basamento Económico de las siete zonas estudiadas en este trabajo, corresponden a unidades litoestratigráficas que van en edades desde el Precámbrico hasta el neógeno, y está conformado por rocas de ígneas volcánicas, correspondiente al denominado Granito de Altamira, constituidas por granodioritas, monzogranitos y cuarzomonzonitas correspondientes a La zona 3.

De igual forma la zona 3, se encuentra representado por rocas ígneas extrusivas e hipobasales de composición ácida correspondiente a la formación Saldaña.

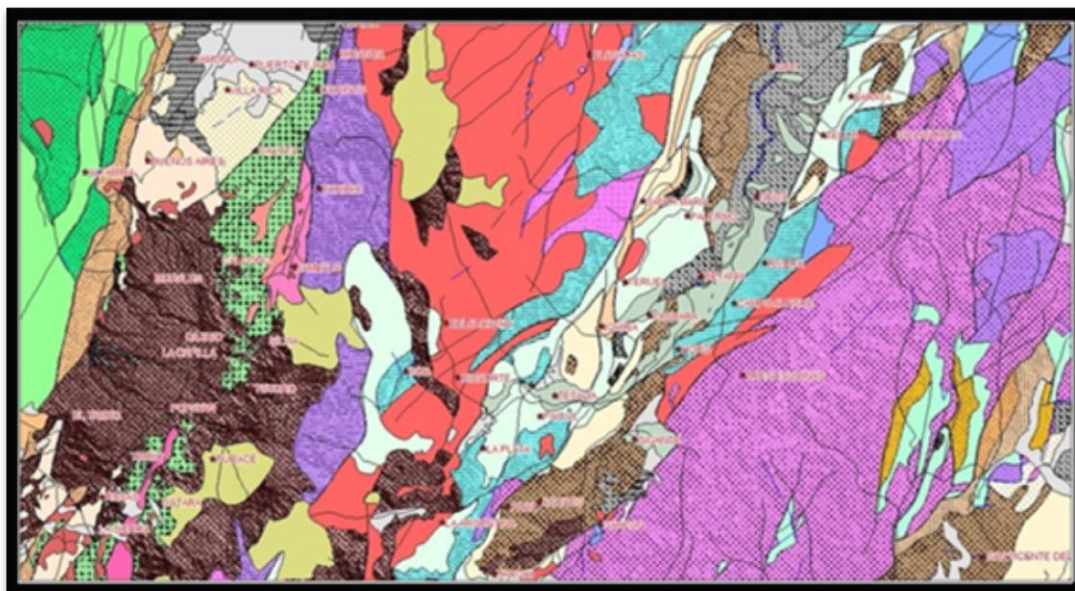


Figura 8. Mapa Geológico Regional que involucra el área de estudio. Geotec Ltda. 2006.

De acuerdo a la industria petrolera colombiana se considera basamento económico al límite por el cual la posibilidad de hallar hidrocarburos es remota o el riesgo de inversión económica para su exploración es bastante alto, con lo cual no justifica su exploración. El límite del basamento económico en el Valle Superior del Magdalena con la cobertura productiva corresponde a la formación Caballos.

El Jurásico se encuentra representado por una serie de rocas volcánicas y piroclásticas que corresponden estratigráficamente a la formación Saldaña compuesta por riolitas, dacitas, tobas y aglomerados volcánicos, principalmente. Así también se presentan rocas ígneas intrusivas acidas del batolito de Ibagué.

3.1.1 Precámbrico

Se presentan varios cuerpos de rocas metamórficas en el área de influencia directa de la zona 3 las Juntas, correspondiente a las unidades litoestratigráficas del Gneis de Guapotón.



Fotografía1. Ortogranito de Altamira. Vía Altamira- Guadalupe.

3.1.2 Gneis de Guapotón (PEng)

Esta unidad litológica fue observada hacia el área de acceso de la zona 2, sobre la vía que comunica al municipio de Suaza y Guadalupe. Corresponde petrográficamente a un cuerpo metamórfico, de color rojizo y de textura gnéisica a migmatítica. La roca se encuentra altamente meteorizada dando al paisaje una tonalidad rojiza. Petrográficamente fueron observadas rocas metamórficas de alto grado de tipo gneises y anfibolitas.



Fotografía 2. Neis Guapotón, semimeteorizado y muy fracturado.



Fotografía 3. Presentación macroscópica de las rocas que constituyen el Neis de Guapotón - Mancagua.

3.1.3 Jurásico

3.1.3.1 Granito de Altamira

El cuerpo intrusivo Granito de Altamira aflora al oriente de la cabecera municipal de Altamira y se extiende por el flanco occidental de la Cordillera Oriental y el valle del río Suaza, y se incluye dentro de esta unidad todas las apófisis graníticas

existentes en esta zona del Departamento del Huila. En la carretera Altamira-Guadalupe se observan sus afloramientos en general muy tectonizados y en mediano grado de meteorización; igual situación se presenta en la zona de Acevedo. Otros sitios de afloramientos son las carreteras Timaná-Pitalito, Altamira-Naranjal.



Fotografía 4. Granito Altamira (carretera Guayabal - Altamira). Xenolitos de dacitas, color verde.

La composición mineralógica predominante es: cuarzo (13-41%), feldespato potásico (36-46%), plagioclasa (12-42%), biotita y hornblenda que en conjunto suman <10%

3.1.3.2 Cuerpos Intrusivos Menores

El Macizo de Garzón en el área de estudio se observa intruido por pequeños cuerpos ígneos de carácter ácido y texturas pegmatíticas a faneríticas, y que

litoestratigráficamente reciben varias denominaciones como son, el granito de Altamira (Jgal) y otros cuerpos correlacionables con el Batolito de Ibagué. En la zona 3 se observan rocas ígneas intrusivas de color rosado a rojizo, y de textura pegmatítica a localmente fanerítica y de composición ácida, la cual petrográficamente corresponde a granitos rosados. Localmente en el área hay desarrollo anormal de cristales grandes de ortoclasa y de biotita, generando una textura pegmatítica muy clara.



Fotografía 5. Granito de Altamira. Foto obtenida en la vía Altamira-Guadalupe.

3.1.3.3 Formación Saldaña (Jsa)

La Formación Saldaña se compone de rocas (triásico terminal - jurásico inferior a medio) que representan el elemento vulcano-sedimentarias del Valle Superior del Magdalena

Con este trabajo se tiene conocimiento profundo sobre la estratigrafía de la formación Saldaña, ya que con el levantamiento de 20 columnas estratigráficas en todo el departamento del Huila, se ha llegado a la conclusión de que la formación Saldaña es una unidad vulcano sedimentaria, que no tiene continuidad lateral y que sus rocas son producto de eventos volcánicos independientes ocurridos durante el Jurásico Inferior a Medio.

La formación Saldaña aflora en todo el departamento del Huila, especialmente hacia los flancos de las dos cordilleras y algunas ventanas dentro del Valle Superior. Está compuesta litológicamente por rocas volcánicas tipo riolitas, dacitas, andesitas y rocas piroclásticas como tobas, aglomerados volcánicos y esporádicamente niveles de rocas sedimentarias clásticas. Se presenta de manera casi continúa en los piedemontes de la cordillera central y oriental del Huila.

Los afloramientos de la formación Saldaña fueron identificados cerca de la zona 2 de Las Juntas.



Fotografía 6. Morfología de la Formación Saldaña a la altura de la vereda Pajijí. (Municipio de Altamira)



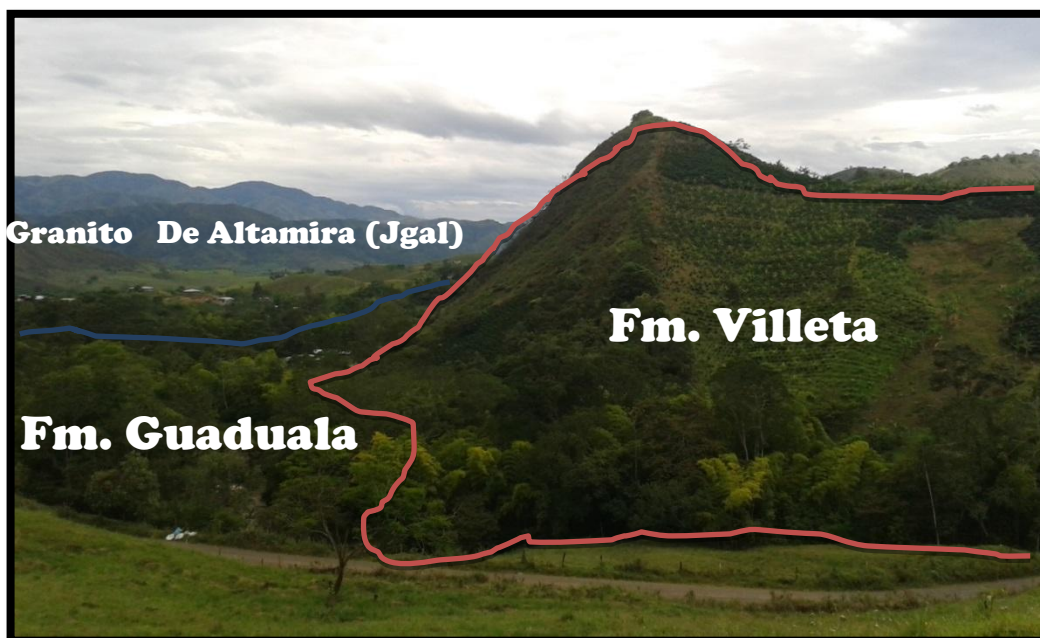
Fotografía 7. Tobas líticas de la Formación Saldaña (Vía Pitalito-Acevedo)

3.2 COBERTURA PRODUCTIVA

La cobertura productiva de carácter sedimentario está determinada por dos secuencias deposicionales diferentes, caracterizada por presentar rocas de origen clástico y químico.

La primera se trata de una secuencia clástica marina que abarca desde el Cretáceo Medio (Aptiano - Albiano) hasta el paleógeno (Paleoceno) de un ambiente marino a transicional desarrollando un ciclo regresivo y en la cual fueron depositados en el área, las formaciones Caballos, Villeta (Hondita-Loma Gorda), Monserrate y Guaduas respectivamente.

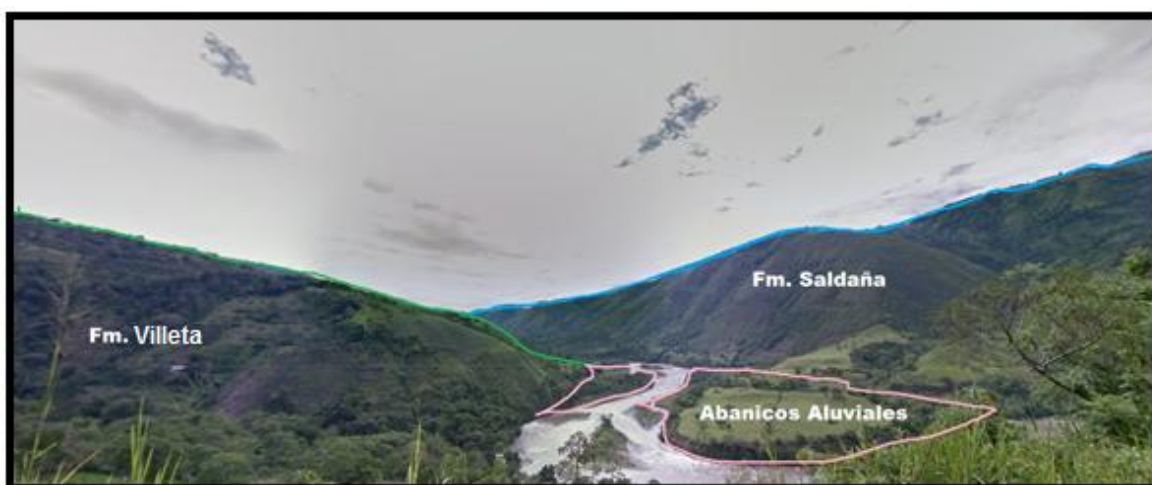
La segunda secuencia compuesta por rocas sedimentarias de origen continental que abarcan desde el Eoceno hasta el reciente, que corresponden estratigráficamente a las formaciones Gualanday, Doima, Potrerillos, Honda, Gigante y Depósitos Cuaternarios.



Fotografía 8. Formación Villeta (Hondita-Loma gorda), de periodo cretácico. En el valle de la quebrada la Neme representada por la formación Bache y Palermo; del paleógeno. Vía Suaza – Vda. Las Juntas. Al fondo de la imagen (Izquierda) se observa el Granito de Altamira.

3.2.1 Formación Villeta (Kv) (Formación Hondita – Lomagorda)

Para el presente trabajo se considera esta unidad litoestratigráfica como una de las más importantes, ya que los rezumaderos investigados son producto de la dismigración primaria de esta unidad, considerada como la roca generadora de la subcuenca de Neiva.



Fotografía 9. Morfología de las Formaciones Villeta y Saldaña, a la altura del Municipio de Saladoblanco junto abanicos aluviales del río grande de la Magdalena.

La formación Villeta es una unidad marina transgresiva en donde sus sedimentos fueron depositados en un ambiente nerítico anóxico, sus rocas blandas erosionables dan lugar a una topografía suave de valles. Está conformada por lutitas de color gris oscuro a negro, frágil, blando, semimeteorizadas y muy fracturadas, con delgadas intercalaciones de calizas micríticas derivadas de organismos planctónicos, rica en materia orgánica de origen marino, de color crema a gris claro. Los estudios realizados por el Museo Geológico y del Petróleo en el departamento del Huila sobre la formación Villeta ubican su origen en un ambiente marino de plataforma externa a plataforma interna.

Esta unidad estratigráfica aflora en las zonas (1 y 5); con mejores apariciones en la última, en la Finca el Limón (Tello-Huila) con la evidencia de bioesparitas. En la vía que comunica al municipio de Tello con la vereda Sierra del Gramal, afloran lodolitas grisáceas, de tonalidad oscura compuesta por partículas de tamaño limo a arcilla, como lo muestra la *fotografía 10*.



Fotografía 10. Formación Villeta en el Municipio de Tello, en la vía que comunica el casco urbano del municipio de Tello con la vereda la Sierra del Gramal.

3.2.1.1 Caliza de Tetuán.

Son calizas finogranulares derivadas de organismos planctónicos, ricas en materia orgánica de color marrón oscuro a claro, masivas y muy duras, intercaladas con lodolitas. El contacto con la Formación Caballos es transicional y su ambiente de depósito está por debajo del nivel de acción de las olas (Ambiente anóxico de

plataforma). Las exposiciones más accesibles del presente proyecto se obtuvieron en la zona 5, con la evaluación de bioesparitas de color crema.

3.2.2.2 Shale de Bambucá

Compuesta por shale verde a verde grisáceo con bajo contenido de calcita. El contacto con la Caliza de Tetuán es transicional y el predominio de sedimento arcilloso sugiere proximidad del área fuente y una somerización del fondo y acercamiento a la línea de costa.

3.2.2.3 Caliza La Luna o Calizas La Frontera (Cenomaniano-Turoniano).

Calizas micríticas derivadas de organismos planctónicos rica en materia orgánica de origen marino, de color crema a gris claro, masivas y blocosas.

3.2.2.4 Shale de Aico

Es una sección arenosa al tope y limosa en la base, que consta de cuarzoarenitas blancas, angulares a subangulares, de grano fino a medio, algunas veces calcáreas, que representa una somerización del fondo y un acercamiento a la línea de costa.

3.2.2.5 Formación Monserrate (Kg) (La Tabla)

En el departamento del Huila esta formación tiene una distribución regional conformada por capas gruesas de arenitas de grano fino a medio, amarillentas con cemento calcáreo y foraminíferos intercalados con lodolitas grises en capas muy delgadas. Las mejores exposiciones encontradas en el presente proyecto se encuentran en la zona 5, exactamente en los flancos del sinclinal de Tivolí. Litológicamente está constituida por cuatro miembros dos arenosos y dos lutíficos.

3.2.2.5.1 Unidad K4

Está conformada por capas gruesas de arenitas de grano fino a medio, amarillentas. Hacia la base de la secuencia se encuentran niveles de areniscas fosfáticas, intercaladas con capas delgadas de chert gris

3.2.2.5.2 Unidad K3

Con un espesor de unos 30 metros está representado por areniscas cuarzosas blancas a grises y de grano fino a medio.

3.2.2.5.3 Unidad K2

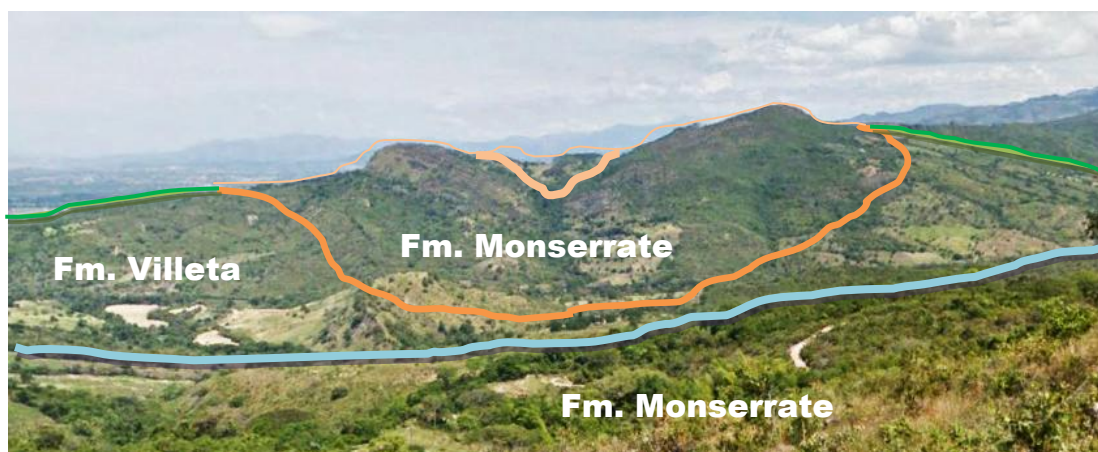
Con un espesor de unos 30 metros, conformada por lodolitas y arcillolitas negras y gris oscuras laminadas, intercaladas con esporádicas capas de calizas y arenitas.

3.2.2.5.4 Unidad K1

Posee un espesor de unos 35 metros y está compuesta por cuarzoarenitas de grano grueso con cemento silíceo.

La formación Monserrate fue depositada en un ambiente de plataforma cercano a la línea de costa, asociado a zonas de frente de costa y plataforma (Reyes et al, 1995). Y de acuerdo a su registro fósil está datada como Campaniano a Mastrichtiano. (Beltrán y Gallo, 1968).

Esta formación es productora en varios campos del Valle Superior (DK, Palogrande-Cebú entre otros).



Fotografía 11. Cuenca del río Villavieja; al fondo se observa el sinclinal del Tivolí. Formaciones Monserrate y Villeta. Vista desde la vía Tello- Sierra del Gramal.

3.2.3 Formación Guaduala (TKg) (Seca)

En la cuenca del valle superior del Magdalena esta unidad litológica, es denominada por el geológico colombiano, como formación seca; aunque la industria petrolera, en la subcuenca de Neiva continua con la denominación de formación Guaduala y para este trabajo se acoge esta última. Esta formación está constituida por dos miembros:

3.2.4.1 Miembro San Francisco.

Compuesto por arcillolitas grises, de rojo oscuro a púrpura, blandas, con intercalaciones de limolitas. Su ambiente de depósito es el parálico.

3.2.4.2 Miembro Teruel

Está compuesto por areniscas finas verdosas y arcillolitas con algunas capas de carbón, depositados en un ambiente continental. El contacto de la formación Guaduala con la unidad suprayacente en la subcuenca de Neiva es la formación Gualanday y esta representa por una discordancia regional que representa un hiato deposicional del Eoceno inferior. La formación Guaduala posee un espesor que varía entre 250 y 300 metros. El grado de erosión de estas rocas dan lugar a una topografía suave deprimida que forma valles.

3.2.5 Formación Gualanday (Tg)

Fue identificada esta unidad litológica en la zona de estudio correspondiente al rezumadero las Juntas, y en el sector de Pericongó vía Altamira-Timaná; en el sector oriental del río grande de la Magdalena. Esta unidad litológica presenta sus miembros Palermo, Bache y Tesalia.

3.2.5.1 Miembro Palermo

Está representado por una serie de conglomerados grises constituidos por cantos redondeados de líticos, chert y cuarzo, e intercalaciones de areniscas en capas de estratificación masiva a gruesa.

3.2.5.2 Miembro Bache

Se presenta como un conjunto de estratificación fino a medio, con una potencia de 15 metros, conformado por un paquete de arcillolitas con ligeras intercalaciones de areniscas y conglomerados; las arcillolitas son de colores gris-claros cuando están frescas, y semimeteorizadas con colores amarillos y tonalidades rojizas. Estas se presentan en capas de 10 a 30 centímetros y son de textura franco-arenosa semi-plásticas, y medianamente fracturadas. Las intercalaciones de areniscas se presentan en capas de 5 a 10 centímetros, y estas son de color gris-amarillento y localmente friables. Texturalmente presentan granos medios a muy gruesos de formas sub-angulares y mal seleccionadas, embebidos en una matriz limo-arcillosa. Los conglomerados se presentan en capas medias a gruesas de 30 a 50 centímetros y están conformados por fragmentos de tipo gránulos y guijas de forma subredondeadas, embebidos en una matriz arenosa.



Fotografía 12. Pericongó Vía Timaná-Altamira; sobre el Formación Gualanday.



Fotografía 13. Capas de conglomerados y areniscas sobre la margen derecha del río Suaza.



Fotografía 14. Vista de las formaciones Gualanday y Guaduala; en el valle del río Timaná; desde la Vereda Naranjal. Al lado derecho se observan las cuchillas que conforman el sitio denominado “Pericongó”.

3.2.5.3 Miembro Tesalia

Esta unidad litológica se presenta como un conjunto de estratificación medio a grueso, conformado por conglomerados con ligeras intercalaciones de areniscas y arcillolitas.

Los conglomerados de color rojizo se presentan en capas medias a gruesas y conformadas por fragmentos de tamaños cantos, guijas y guijarros. De forma sub-redondeadas, sub-angulares y de selección moderada, composicionalmente están compuestos por fragmentos de chert negro, cuarzo, limolitas silíceas y areniscas, con predominio del chert. Son de carácter oligmítico y presentan alto grado de fracturamiento.

Las intercalaciones de areniscas se presentan en capas finas a medias, y estas son de color gris amarillento, y texturalmente conformada por granos de tamaño grueso a medio, de formas subangulares, y regularmente seleccionadas, embebidas en una matriz limo-arcillosa. Composicionalmente los granos de las areniscas están conformadas por cuarzo (60%), fragmentos líticos (30%), y feldspatos (10%), conformándose como una arenisca lítica característica de esta unidad litológica. Las intercalaciones de arcillolitas son mínimas y se presentan en

capas finas a muy finas, estas son de textura franco-arenosa y de carácter semi plástico.



Fotografía 15. Pericongo Vía Timaná-Altamira. Conjunto estratificado de arenisca con intercalaciones de conglomerados pertenecientes a la Formación Gualanday (Miembros Tesalia, Bache y Palermo).Potencia de 50 metros; el conglomerado está conformado por fragmentos de tamaño guijas y guijarros, especialmente ágatas, jaspes y fragmentos de rocas; la arenisca presenta grano fino a grueso, cuarzosa, de color rojizo a café. La arenisca presenta buena a regular porosidad, lo que la caracteriza como una adecuada roca reservorio.



Fotografía 16. Miembro Tesalia a la altura del municipio de Suaza, en la vía que comunica a los municipios de Altamira con Suaza.

3.2.6 Formación Doima

La Formación Doima está compuesta por conglomerados masivos polimícticos con matriz arcillo limosa, sin estratificación clara, intercalados con delgadas capas de limolitas y arenitas. Los conglomerados están compuestos por guijos de chert negro, cuarzo, areniscas y fragmentos líticos de rocas ígneas y metamórficas. El espesor de la unidad es muy variable en el Valle Superior del Magdalena; Beltrán & Gallo (1968) reportan variaciones de espesor desde 750 a 1500 m; en el área de la Plancha 323 Neiva es de 170 m según Ferreira et al.

En cercanías a la Zona 3 afloran a la base capas muy gruesas de conglomerados de guijos, guijarros y, en menor proporción, cantos finos (hasta 8 cm), de chert pardo, negro, liditas y cuarzo lechoso, clastosoportados y localmente arenosoportados, presentan laminación horizontal incipiente, con capas lenticulares medias y delgadas de litoarenitas de grano grueso; éstos se encuentran interpuestos por paquetes de lodolitas y arenitas arcillosas de colores gris amarillento y morado (estación R027) (servicio geológico colombiano & GEOESTUDIOS, 2000).

3.2.6 Formación Honda (Ngh)

En el presente proyecto esta formación se encuentra en la superficie de la zona 4; aflora en algunos tramos como en la vía que comunica la ciudad de Neiva con Bogotá D.C., junto con la Formaciones Neiva.

La formación Honda está conformada por una secuencia de lodoitas fisiles y limolitas arenosas con cemento calcáreo y silíceo, de color gris oscuro a veces azulado a negro, intercaladas hacia la base con algunas capas delgadas de calizas lumaquelicas grises. Tanto los niveles de lodolitas como las capas de caliza son ricos en restos fósiles de peces, plantas amonitas y bivalvos.

Los conglomerados son de color gris amarillento heterogéneos y conformados texturalmente por fragmentos de tipo cantos, guijas y guijarros de formas subredondeadas a subangulares, embebidos en una matriz arenosa. Generalmente esta unidad se presenta puntualmente cubierta por depósitos cuaternarios.

El grupo Honda se puede dividir en dos unidades las cuales son:

3.2.6.1 Honda Inferior

Constituida por intercalaciones de arcillolitas rojas, cafés rojizas y grises verdosas, interestratificadas con arenitas, algunas veces conglomeráticas, grises a grises verdosas.



Fotografía 17. Formación Honda sobre la quebrada el Dindal, con la significativa presencia de materia orgánica.

3.2.6.2 Honda Superior

Conformada predominantemente por arenitas grises a blancas con algunas intercalaciones de lodolitas cafés rojizas a gris verdosas.

Se depositó en ambientes fluviales, con facies de canal, abanicos de rotura, llanura de inundación y lagos pantanosos. En algunos campos como Dina Terciarios es una formación productora. Véase Figura 4. Columna Estratigráfica generalizada del valle superior del Magdalena Subcuenca de Neiva.



Fotografía 18. Formación Honda y Neiva a la altura del Km 8 en la vía que comunica a la ciudad de Neiva con Bogotá D.C.

3.2.7 Formación Neiva (Qal)

En el área de estudio se han identificado varios tipos de depósitos del neógeno, los cuales se han diferenciado en: tipos terrazas; asociados a la dinámica del río Villavieja, depósitos fluviales relacionados a los piedemontes y laderas.



Fotografía 19. Afloramiento del Cuaternario inferior perteneciente a la formación Villavieja.



Fotografía 20. Afloramiento en el 1Km ruta Tello-Baraya, perteneciente a depósitos aluviales del río Villavieja.

		GRUPO	FORMACION	AMBIENTE	LITOLOGIA		
CUATERNARIO							
Neógeno	Secuencia Sin-Orogénica	Plioceno-Holoceno	Gigante / Mesa (1000 mts)	Terrestre, Llanuras de Piedemonte.			
		Mioceno	Medio a Superior	Honda (2500 mts)		Terrestre, Llanuras Aluviales	
			Inferior	Barzolas (60 - 300 mts)		Terrestre, Lagunar	
Paleógeno	Secuencia Sin-Orogénica	Oligoceno	Doima	Terrestre, Ríos entrelazados.			
			Potreriillo				
		Eoceno	Gualanday		Tesalia		
					Bache		
					Palermo		
					Discordancia		
		Paleoceno	Guaduala		Teruel	Terrestre, Paálico.	
		Maastrichtiano	Guaduala		San Francisco	(400 - 1200 mts)	
		Superior	Secuencia Preorogénica		Maastrichtiano	Monserrate (150 - 200 mts)	Marino Intera Intamareal.
					Campaniano	K1 K2 K3 K4	
Santoniano	Villeta (700 - 1100 mts)			Shale Aco	Plataforma Detrítico - Calcárea		
				LaLuna			
Albiano	Shale Bambuca						
Albiano	Caliza Tetuán						
Inferior	Secuencia Preorogénica	Albiano	Caballos (90 - 200 mts)	Fluvial Salobre			
			Superior				
			Medio				
Aptiano	Inferior						
Basamento	Secuencia Preorogénica	Aptiano	Yaví (385 mts)	Supra intermareal Terrestre.			
		Jurásico	Saldaña (800 - 1500 mts)	Discordancia			
		Triásico	Intrusivo	Subéreo Vulcanoclástico			
		Precámbrico	metamórfico				

Figura 9. Columna Estratigráfica generalizada del valle superior del Magdalena Subcuenca de Neiva. Fuente: Ecopetrol, ICP-2000, modificado por Vargas 2008.

3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En este capítulo se hace una breve descripción de las principales estructuras geológicas presentes en las diferentes zonas reconocidas para este proyecto y que son consideradas de gran importancia por afectar las propiedades petrofísicas de las formaciones productoras. Las principales fallas asociadas a yacimientos en el basamento son las fallas conocidas como Thrust (fallas inversas o de empuje). Estas resultan de las fuerzas complejionales que implican el acortamiento o alargamiento horizontal de la corteza terrestre. El ángulo del plano de falla con la horizontal puede variar desde algunos grados hasta 90° y pueden ser reconocidas en el subsuelo por repetición de secciones estratigráficas en pozos perforados a través del plano de falla. La ocurrencia de estas trampas estructurales contra una falla depende del sello que brinde el plano de falla a la roca porosa reservorio que prevenga la migración a través o a lo largo del plano de falla.

A continuación se hace una síntesis de las principales estructuras geológicas presentes en las diferentes áreas reconocidas para este proyecto y que son consideradas de gran importancia por afectar las propiedades petrofísicas de las formaciones productoras.

3.3.1 Pliegues

Los pliegues observados en las zonas de estudio son de carácter regional y local, afectan las rocas sedimentarias e ígneas presentes en el área; en general tienen una orientación norte – sur a NE – SW. Los más importantes en el área norte son: Anticlinal de Palogrande, Dina y los sinclinales de Guacirco, Tivolí, Bache; en el área sur son: Anticlinal de Timaná y los Sinclinales de Guayayamba y Suaza. En general los pliegues anticlinales son apretados, muy fracturados y afectados por fallas geológicas. Los sinclinales son amplios y generan una morfología suave.

3.3.1.1 Sinclinal de Bache

Este pliegue juega un papel indispensable en la zona 4; su eje se localiza a una distancia mínima aproximada de 14 km al noroccidente de Neiva; afectando rocas del Grupo Honda, con (Servicio geológico colombiano -HOCOL, 1994) una amplitud máxima de 10 km con estrechamiento a 5 km, hacia el sur, donde está enmarcado por las fallas de Baché y Dina. Su eje está orientado en dirección N15-20E en su parte norte y cambia a NS, con cabeceo hacia el sur originando el cierre del pliegue hacia el norte. El flanco occidental presenta mayor inclinación de las capas (hasta 25°), y hacia el núcleo las inclinaciones son suaves (<8°).

3.3.1.2 Anticlinal de Palogrande

Su eje se localiza a una distancia mínima de aproximadamente 7 km al NE de Neiva, con una dirección NS que luego varía a NW. Este pliegue se encuentra en el área de influencia de la zona 4 afectando rocas del Grupo Honda, y se presenta cortado por la Falla de Palogrande.

3.3.1.3 Anticlinal de Dina

Su eje curvo, varía desde NW hasta NE, pasando por NS y se localiza a una distancia mínima de 13 km al NW de Neiva. Este pliegue se encuentra en el área de influencia de la zona 4 afecta rocas del Grupo Honda. Según Servicio geológico -HOCOL (1994), es una estructura ovalada, simétrica, de 3,5 km de extensión y 9 km² de superficie.

3.3.1.4 Anticlinal de Timaná

Su eje de dirección NS, se localiza a una distancia aproximada de 2 km al sur del casco urbano de Timaná .Se presenta como una delgada estructura afectando rocas sedimentarias del cretácico en la zona 2.

3.3.1.5 Sinclinal de Suaza

Su eje de dirección NE, se localiza a una distancia aproximada de 2 km al suroccidente del casco urbano de Suaza, actuando de manera significativa en la Zona 3 del proyecto. Se presenta como una amplia estructura afectando rocas del paleógeno y neógeno con un dominio en los buzamientos bajos a moderados en ambos flancos. El pliegue es interceptado por el sistema de fallas Acevedo.

3.3.1.6 Sinclinal de Tivolí

Su eje de dirección NE, se localiza a una distancia aproximada de 5 km al nororiente del casco urbano de Tello .Se presenta como una amplia estructura afectando rocas sedimentarias del mesozoico , presentando como característica que su eje no es centrado respecto a la curvatura del sinclinal, por el contrario este se encuentra al occidente del centro del sinclinal. Este pliegue afecta rocas del mesozoico de la zona 5.

3.3.1.7 Sinclinal de Guayayamba

El Sinclinal Guayayamba es un pliegue estrecho ubicado al sur de la población de Timaná (Plancha 389), el flanco oriental y el cierre sur están truncado por la Falla Pitalito - Altamira, el flanco occidental está limitado por la Falla la Estrella. En el núcleo aflora la Formación Gualanday miembro Tesalia y en los flancos aparecen las formaciones Guaduala, Gualanday miembros Palermo y Baché. Este pliegue afecta rocas del cenozoico de la zona 2.

3.3.2 Fallas

Son las estructuras geológicamente más importantes y que inciden directamente en el entrapamiento de los hidrocarburos, debido a que estos pueden migrar a formaciones Reservorio. Fotogeológicamente se pueden determinar dos patrones de fallamiento asociados al área de trabajo:

El patrón de fallas de dirección N – S a NE – SW y correspondientes a las fallas inversas de los sistemas garzón – Suaza al oriente y Chusma - Teruel al occidente; asociadas a este sistema de fallas se encuentra gran número de fracturas de tipo normal, inverso y de rumbo entre las cuales sobresalen la falla de Altamira, Falla de Guayabal, Falla de Suaza, Falla de Timaná, Falla la Estrella, falla de Dina, Falla de Bache, Falla de Baraya y la Falla de Fortalecillas.

El patrón de fallamiento SE – NW a Este - Oeste es de tipo secundario y se asocia al patrón de fallamiento principal N – S, en este sobresalen la falla de Palogrande que afecta a Fortalecillas y el lineamiento que pasa por el casco urbano de Neiva con una dirección N50W y una longitud de 19 Km.

3.3.2.1 Falla de Chusma y frentes de cabalgamiento asociados

Esta falla y los frentes de cabalgamiento asociados a ella, tienen vergencia hacia el oriente y trazos irregulares, los cuales llegan a ser fallas de carácter regional como la Falla de San Francisco al norte y la Falla de Buenavista al sur, esta última exhumando rocas cretácicas y haciendo que estas cabalguen sobre sedimentarias del Paleógeno y Neógeno. Otro frente de cabalgamiento pero de menor magnitud, estructurando solo el terciario en superficie, se presenta en la parte meridional del área de estudio, cuya acción y desarrollo en conjunto con la Falla de Chusma propiamente dicha, produce el par sinclinal/anticlinal asimétricos, que se desarrolla justo en frente de él.

3.3.2.2 Falla Suaza

Aparentemente está relacionada con el Sistema de Fallas de Algeciras. Sin embargo, analizada regionalmente, esta falla presenta vergencia al occidente, y

hace cabalgar rocas precámbricas sobre jurásicas y cretácicas ubicadas en el costado oriental del valle del río Suaza. La falla parece encontrarse de frente con el cabalgamiento de un lente del Sistema de Algeciras que corresponde con la Falla Acevedo y ser sepultada más al norte por el trazo principal del sistema.



Fotografía 21. Falla de Suaza (Km 30) en la vía que comunica al municipio de Suaza con Florencia

3.3.2.3 Falla Acevedo

Se trata de un conjunto de fallas cuyo trazo principal y más oriental bordea el costado occidental del valle del río Suaza, y coloca por un trayecto de aproximadamente 25 km, rocas de la Formación Saldaña sobre sedimentarias del Neógeno y Paleógeno entre las poblaciones de Acevedo y Suaza. Es una falla de cabalgamiento con vergencia o transporte tectónico al suroriente, con fallas asociadas con la misma vergencia las cuales presentan también una orientación general hacia N50°E.

3.3.2.4 Falla Altamira

Se trata de un ramal de la continuación hacia el nororiente del Sistema de Fallas de Algeciras. Esta estructura cabalga rocas precámbricas y paleozoicas sobre rocas del Paleógeno y Cretácico. Presenta vergencia al noroccidente y orientación general N40°E.

3.3.2.5 Falla de Dina

Su traza se ubica a aproximadamente 2,5 km al occidente de la zona norte de Neiva y continúa hacia el norte. Buza al este.

3.3.2.6 Falla Baché

Se trata de una falla de cabalgamiento del Sistema de Chusma, con vergencia al suroriente, la cual comienza asociada con fallas que conforman cuñas de rocas cretácicas y paleógenos en el valle del río Tuné al suroccidente de Palermo. Después de aproximadamente 22 km de extensión, termina abruptamente contra la Falla Neiva, una estructura transversal, para continuar al noroccidente bajo la cubierta, del Neógeno. La Falla Baché limita el Anticlinal San Francisco al oriente. Las fallas la Hocha, Pedernal, Upar y Baché conforman una disposición especial, similar a una trenza, con orientación general norte-sur, en cuyas intersecciones pareciera que las fallas cambiaran su vergencia si se confunde su trazo, pero en realidad corresponden a cuñas de lomos o valles formadas localmente donde terminan unas contra otras. Esta es una estructura cuya disposición de trazos es similar a fallas de rumbo con movimiento transpresivo.

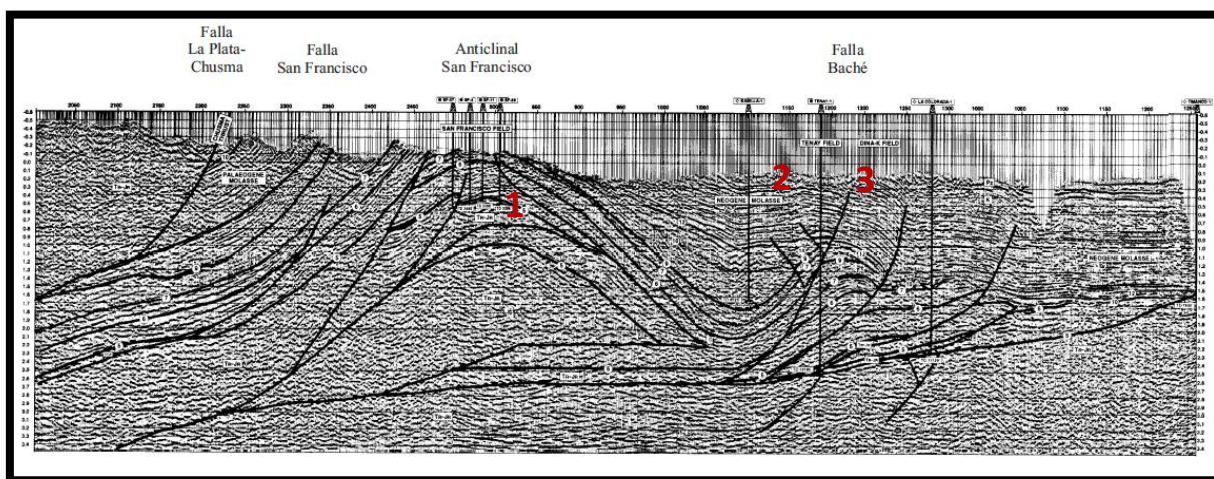


Figura 10. Línea regional 9- Atlas Sísmico de Colombia placa 3.1.1.6. El punto (1) Hace referencia al campo San Francisco, (2) Campo Tenay, (3) Campo Dina. (Obtenido de Ecopetrol, Geotec, Robertson, 1998)

3.3.2.7 Falla de Palogrande

Su patrón de fallamiento es SE - NW a este – oeste, es de tipo secundario, afecta a la zona de fortalecillas, de igual forma que el casco urbano de la ciudad de Neiva.

3.3.2.8 Falla Barayá

Constituye el límite entre las rocas sedimentarias neógenas de la parte plana del valle del río Magdalena y las cretácicas que dan morfología abrupta al piedemonte de la Cordillera Oriental. Es otra falla de cabalgamiento de bajo ángulo con transporte tectónico al noroccidente y con orientación general N30°E.

3.3.2.9 Falla de Timaná

Esta falla tiende a tener una orientación vertical, los esfuerzos compresivos de la Falla Mortiñal y de Altamira; originan la deformación de las rocas, formándose así los anticlinales de Timaná y la Esperanza. Estructuralmente se sabe que en los puntos de inflexión se produce la mayor tensión o compresión en una estructura geológica; y es allí donde se extiende la Falla de Timaná; en el punto de inflexión del anticlinal de Timaná.

3.3.2.10 Falla de Brasil

En el lado este del valle del río Suaza, la consideraron como una estructura de ángulo alto, con dirección preferencial NE-SW sinuosa y vergencia hacia el este. Esta falla permitió el emplazamiento del Granito Altamira y la Formación Saldaña a manera de cuña tectónica dentro de la secuencia sedimentaria que aflora en el valle y pone en contacto el Granito Altamira y la Formación Saldaña con las formaciones Guaduala y Gualanday miembro Palermo.

3.3.2.11 Falla de Mortiñal

Es clasificada como una falla de tipo inverso, con ángulo de inclinación medio a alto hacia el SW, sin que se conozca la magnitud del movimiento. Esta falla pone en contacto la Formación Saldaña con las formaciones Caballos y Villeta, a las formaciones Saldaña y Caballos con las formaciones Villeta y Monserrate.

4. GEOLOGIA DEL PETRÓLEO

De los estudios sobre la Geología de Petróleo en el VSM, específicamente la Subcuenca de Neiva, el de mayor difusión es el de Buitrago (1994), quien trata el tema bajo la metodología de los sistemas petrolíferos, identificando los sistemas Villeta-Caballos para el margen occidental del VSM y Villeta-Monserrate, para el sector central del Sinclinal de Neiva.

Para el área sur las formaciones más representativas en el ámbito de producción de hidrocarburos, son las referentes a las formaciones Villeta, Monserrate y Caballos; con algunos pozos exploratorios en la zona de influencia como el Altamira-1, Guacharos-1, Cicande-1 entre otros que fueron perforados en los años 80'.

A continuación se describirán cada una de los procesos de formación de los hidrocarburos.

4.1 Roca Generadora

Dos eventos anóxico mundiales en el Albiano Medio y Turoniano son los responsables de la depositación de lutitas y calizas con alto contenido de materia orgánica en la Formación Hondita- Loma Gorda (Villeta). El kerogeno predominante es de tipo II, con reflectancia de vitrinita (Ro) entre 0.5 y 1.35 Temperatura máxima 450 °C y TOC>5%. Esta temperatura Máxima da a inferir que la materia orgánica se encuentra en un rango entre medianamente madura y muy madura.¹

Thermal Maturity	Rock-Eval Tmax (°C)	Vitrinite Reflectance Ro (%)
Immature	< 435°	0.2 - 0.6
Early Mature	435° - 445°	0.6 - 0.65
Generation Peak	445° - 450°	0.65 - 0.9
Late Mature	450° - 470°	0.9 - 1.35
Overmature	> 470°	> 1.35

Figura 11. Metodología utilizada para clasificar la madurez de la materia orgánica con respecto a su Temperatura máxima y la reflectancia a la vitrinita.* Extraído del Atlas Geoquímico; Sciences Research Journal / Organic Geochemistry Atlas of Colombia Second Edition.

¹ Un valor del TOC de 1% significa que hay 1 gramo de carbono orgánico en 100 gramos de roca.² El valor del TOC indica la cantidad, pero no la calidad, de la materia orgánica.

Análisis geoquímicos realizados a los crudos , indican que la roca madre o generadora en esta cuenca es la formación Hondita-Loma Gorda ; corroborándose de esta manera la muestra tomada en la Vereda las Juntas del Municipio de Suaza-Huila; aunque la Formación Caballos también puede ser considerada como roca generadora debido a un TOC entre 2 Y 12%.

Según Cáceres (2000), los crudos que se clasifican como livianos se presentan en la parte N-NE de la subcuenca de Neiva, con una gravedad de 38°API; los crudos medianos abarcan casi la totalidad de la Subcuenca de Neiva, con valores inferiores a 24°API; mientras que los pesados se ubican en la parte S-SW de la subcuenca de Girardot con valores de 18°API.

4.2 Roca Reservorio

Son tres grandes las unidades geológicas que se apropian de esta clasificación; y que a su vez están distribuidas en la cuenca: La formaciones Caballos y Guadalupe en el Cretácico y a la Formación Honda.

Rocas de origen calcáreo que sufren alteración, por la existencia de un ambiente adecuado para el desarrollo de los procesos y fenómenos cársticos; tales como la presencia de agua como agente meteorizante.

Las Formaciones Caballos y Guadalupe constituyen las unidades más importantes como rocas almacenadoras, la primera constituida por areniscas cuarzosas, areniscas calcáreas y calizas arenosas. Las porosidades típicas son del 12% al 17% caracterizaciones fisicoquímicas de los aceites presentes en esta formación permiten clasificar estos crudos como súper-livianos, con bajo contenido de aceite (Cáceres 2003).

La Formación Guadalupe se encuentra constituida por areniscas cuarzosas de grano fino a medio con lentes de areniscas conglomeraticas e intercalaciones de liditas y lutitas. Presentan alta porosidad secundaria evidenciada por disolución de pequeños fósiles, con porosidades promedio de 20%

4.3 Roca Sello

El sello superior y lateral está representado por un importante espesor de arcillolitas plásticas de la Formación Villeta. Las formaciones Guaduas y Honda son otros importantes sellos en la cuenca. Además el nivel medio de la Formación Caballos compuesto por una secuencia calcárea lodosa, se comporta como un sello para la secuencia inferior de la misma; luego se presentan los shales de la Formación Villeta que actúan en algunos sectores como generadora y en otros es el típico sello. Otros tipos de sellos corresponden a los niveles arcillosos de las Formaciones Guaduas situados sobre la Formación Guadalupe y los niveles arcillosos interestratificados de la Formación Honda.

4.4 Trampas

Dentro de las trampas halladas en la cuenca se encuentran pliegues asociados a flexión de falla, anticlinales fallados, sub-cabalgamientos, abanicos imbricados, retro-cabalgamientos y anticlinales asociados a transcurrencia, todas estas estructuras están distribuidas a lo largo de la cuenca. Adicionalmente, existe un potencial no explorado asociado a diferentes trampas de tipo estratigráfico.

4.5 Carta de Eventos

La carta de eventos de los sistemas petrolíferos (Figura 12) muestra los elementos y los procesos responsables para la formación de campos en el área, los cuales ocurrieron durante el Cretáceo, Paleógeno y Neógeno. La formación de trampas se produjo antes y durante la expulsión de hidrocarburos.

Cabe aclarar que el momento crítico representa justamente el tiempo en que termina el proceso de generación- migración y comienza la preservación; para la zona de estudio son aproximadamente 5 millones de años, tiempo suficiente para conservación de los hidrocarburos.

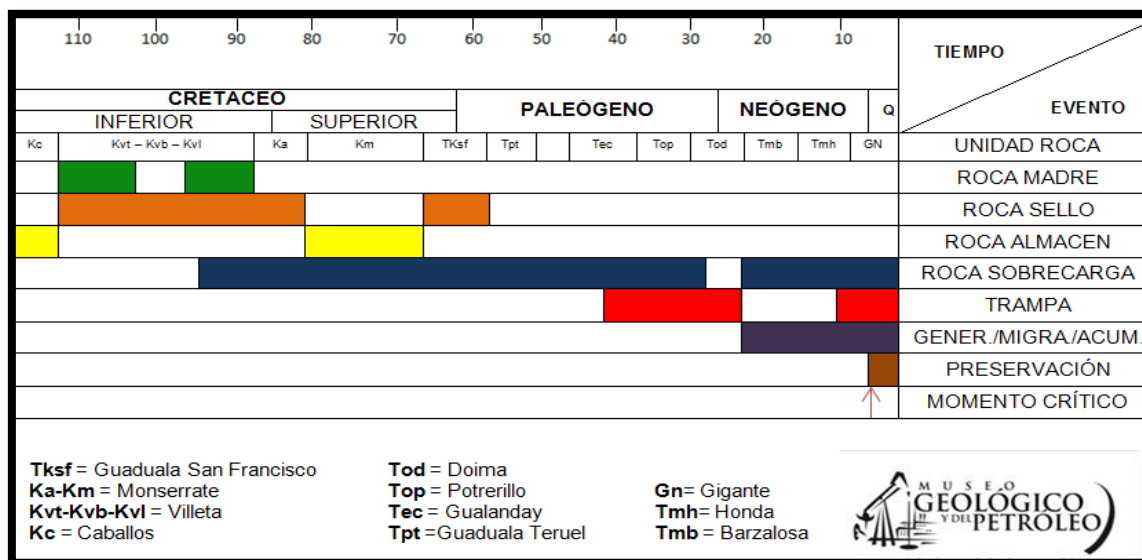


Figura 12. Carta de eventos de los sistemas petrolíferos de la zona de estudio (Hocol S.A. Modificada Vargas R, Fajardo C.2015)

5. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS

El petróleo es el resultado de un proceso de degradación de organismos acuáticos animales y vegetales producido durante millones de años, quedando depositado en la roca madre, desde donde migra a través de areniscas, calizas y otras rocas porosas conocidas como rocas almacén para finalmente alcanzar una capa impermeable que forme una trampa y logra mantenerlo retenido, aunque también puede ascender y salir libre a la superficie en forma de rezumadero.

5.1. Clasificación De Los Indicios Superficiales De Hidrocarburos

Los indicios superficiales se pueden clasificar en directos o indirectos. Entre los directos se encuentran los activos como rezumaderos de petróleos, filtraciones de gas y volcanes de lodo; también existen los indicios superficiales fósiles como las arenas asfálticas. Los rezumaderos o indicios superficiales son acumulaciones de hidrocarburos en superficie producto de la pérdida de petróleo crudo de una trampa. El petróleo que conforma la acumulación en superficie está constituido principalmente por hidrocarburos parafínicos y nafténicos.

La migración comenzó inmediatamente después del primer evento compresivo del Cretácico tardío hasta el presente. La principal ruta de “escape”, de los hidrocarburos son las areniscas de la formación Caballos y en menor escala las areniscas de la Formación Monserrate.

Para caracterizar el tipo de rezumadero se debe identificar el tipo de dismigración que hizo posible la emanación de hidrocarburo a superficie, por lo que se hace necesario clarificar los siguientes conceptos:

5.1.1 Dismigración primaria

Se conoce como el transporte dentro y a través de los capilares y poros estrechos de compuestos de petróleo en los lechos generadores que desprenden los componentes más livianos del hidrocarburo, es decir, fluyendo directamente desde la roca madre. El tipo de rezumadero asociado a dismigración primaria quiere decir que tienen poco valor exploratorio así como los indicios asociados a secuencias homoclinales de rocas generadoras.

5.1.2 Dismigración secundaria

Ocurre cuando el aceite expulsado del lecho de la roca almacén pasa a través de los poros más amplios de la unidad de roca más permeable, es decir,

fluyendo directamente desde la roca almacén. El tipo de rezumadero asociado a la dismigración secundaria posea un alto valor exploratorio y algunos ejemplos son indicios asociados a anticlinales fallados.

5.1.3 Tipos De Rezumaderos

Los tipos de rezumaderos encontrados en las coordenadas establecidas por la ANH, para los (7) indicios superficiales identificados; se lograron clasificar dos categorías, esta es la referente al rezumadero las Juntas, que es asfalto y de iridiscencia en el Municipio de Tello.

5.1.3.1 Asfalto

En el rezumadero del municipio de Timaná, se encontró una capa viscosa asociada con una fuente de agua, como manadero; dicha agua se puede almacenar de manera fácil a través de escorrentía en la Formación Villeta, por su composición de carbonatos de Calcio y arenisca.



Fotografía 22. Asfalto en la vereda las Juntas

5.1.3.2 Iridiscencia en Manaderos de agua



Fotografía 23. Iridiscencia en manadero de agua, Finca el Limón; Municipio de Tello, (Vía Tello- Sierra del Gramal).

Se presenció este fenómeno óptico que es característico de ciertas superficies en las cuales el tono de la luz cambia de acuerdo al ángulo desde el que se observa la superficie. Esta propiedad da un indicador preliminar de la evidencia de aceite.

5.2 Importancia Económica De Los Indicios Superficiales De Hidrocarburos

Uno de los objetivos que tiene la industria, en especial la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), es evaluar el potencial hidrocarburífero del país, además de diseñar, evaluar y realizar estrategias de promoción de la exploración y explotación de hidrocarburos de acuerdo con los estándares internacionales; razón por la cual desde este, un proyecto de pregrado se pretende resaltar la importancia de la investigación Geológica y Geofísica en el departamento del Huila, iniciativa que debe ser extendida para todo el territorio nacional.

En el territorio Colombiano hay identificados una serie de rezumaderos de Hidrocarburos como lo muestra la *figura 13*; de los cuales se conocen muy poca información tal como la localización geográfica y el tipo de manifestación la cual está determinada como rezumadero activo o fósil.

Poco se conoce de las características distintivas de cada uno de los rezumaderos, tales como la geología (clase de roca, estructura, composición, posición estratigráfica, etc.) y algunas características de los fluidos que contengan.

Este tipo de información se convierte en un insumo de mucho valor para la promoción de las cuencas sedimentarias del país y para la industria del petróleo en si misma al contar con información geoquímica de los sistemas petrolíferos

de todo el país que les permita realizar la identificación y caracterización de los crudos.

El conocimiento detallado de los rezumaderos se convertirá en un elemento de uso constante por parte de la industria petrolera que así puede tener mayores y mejores elementos de juicio que permitan refinar los modelos exploratorios; de manera similar se podrían establecer o aproximarse a modelos de correlación genética de los campos productores, son los indicios superficiales de hidrocarburos la herramienta en pro de entender los procesos de formación, migración y acumulación de los hidrocarburos.

Este estudio de identificación, inventario, muestreo y caracterización geoquímica de los indicios superficiales de hidrocarburos del Huila, toma mayor valor por lo cual se incentiva así la inversión de capital de riesgo nacional y extranjero en la búsqueda del recurso petrolífero.

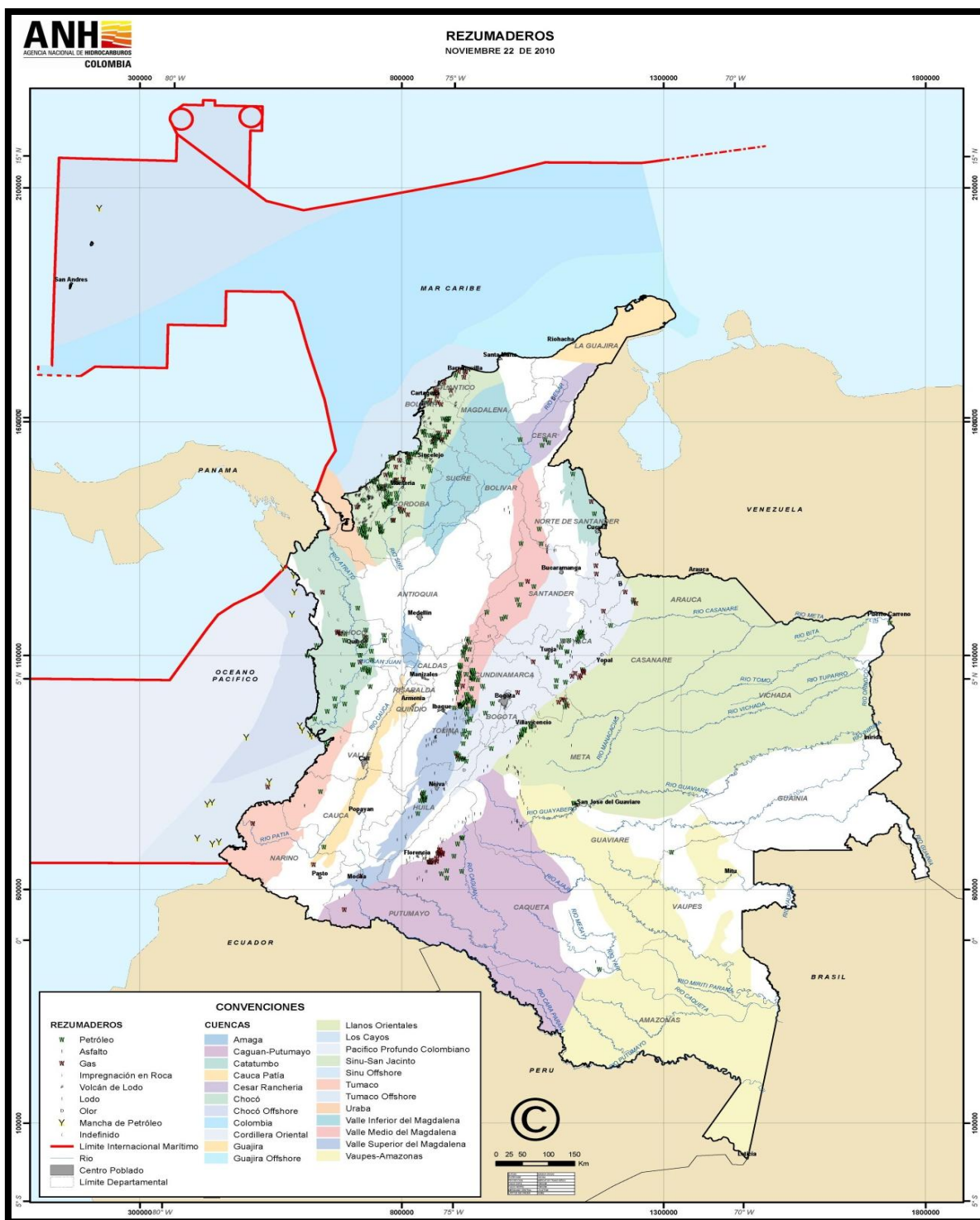


Figura 13. Mapa de la localización general de los indicios superficiales de hidrocarburos del país. Tomado de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

5.3 INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL HUILA

Las características geológicas del Huila están vinculadas al origen y evolución de las Cordilleras Central y Oriental, y en particular al desarrollo del Valle Alto del Río Magdalena, de ahí la gran variedad de litologías, anomalías geológicas, suelos, tipos de relieve y paisajes, producto del fuerte tectonismo, la gran actividad volcánica y la sísmica, produjeron procesos erosivos que modelaron los diferentes paisajes que hoy se observan en el Departamento.

Cabe resaltar que el departamento cuenta con más de cuarenta (40) rezumaderos que si bien, en no todos se logran encontrar muestras de aceite líquido, se hallan de forma fosilizada o inmóvil, se presenta un inventario de los rezumaderos existentes en el Huila a continuación:

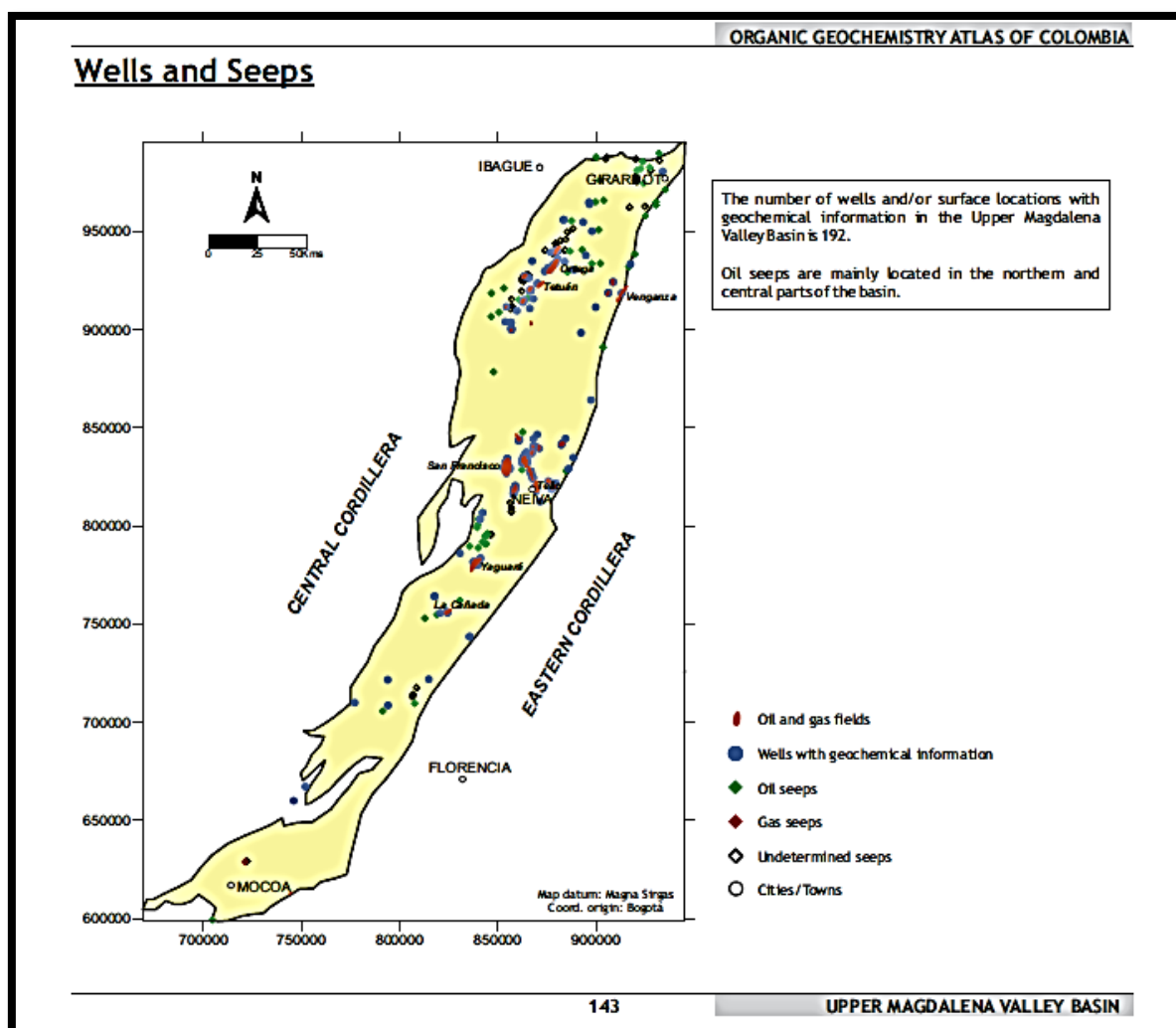


Figura 14. Mapa de la localización general de los indicios superficiales de hidrocarburos del VSM. Tomado de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias; Earth Sciences Research Journal. (2010)

La presencia de hidrocarburos encontrados en superficie en las áreas, están reflejados por la presencia de rezumaderos activos e inactivos en el Grupo Villeta y algunos intervalos Terciarios, así como la asociación de nacimientos de

agua, los cuales se encuentran con aparente contaminación por hidrocarburos. Estos pueden presentar relaciones de tipo estructural y estratigráfico, con presencia de flujos continuos como los rezumaderos encontrados en las formaciones Villeta.

El departamento del Huila se caracteriza por el predominio de crudos normales a pesados, con una variación de entre 12° y 35° API; se caracterizan por tener un alto contenido de azufre, debido a procesos de biodegradación. La madurez termal varía desde inmadura a madura temprana. La mayoría de la secuencia estratigráfica (formaciones Tetuán, Bambuca y La Luna) se clasifica con un kerogeno de tipo II, con un excelente potencial generador de Hidrocarburos (HC) con TOC variando de 2 a 12% con potencial generador entre 20 y 80 mg HC/g Roca.

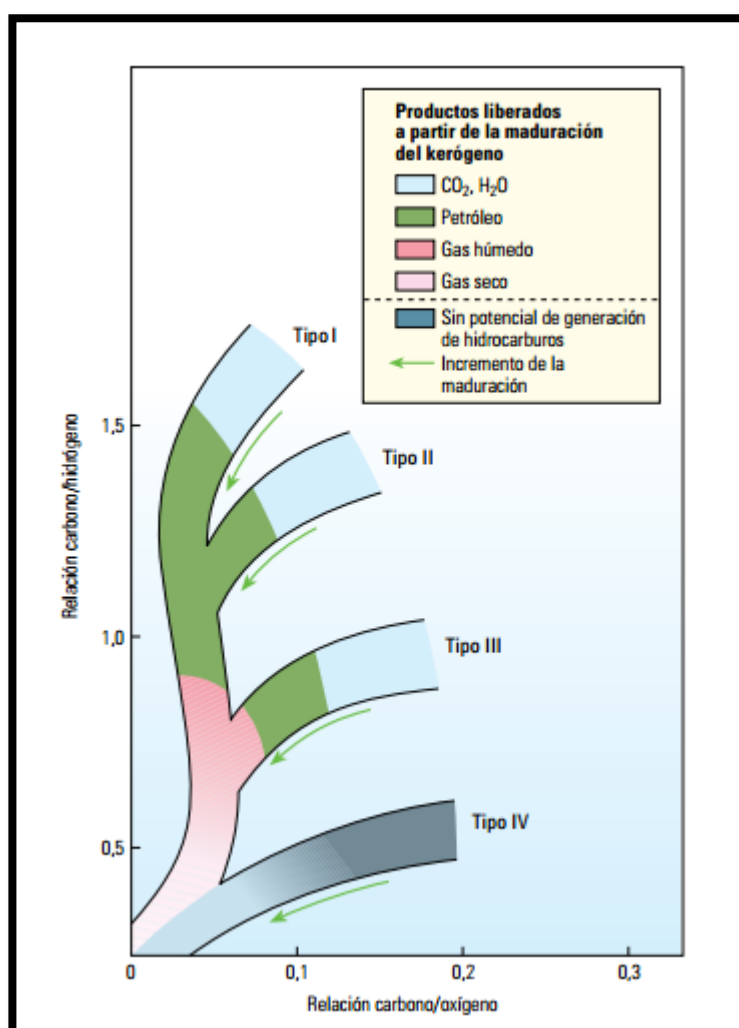


Figura 15. Diagrama de Van Krevelen modificado muestra los cambios producidos en el kerogeno por el incremento del calor asociado con el proceso de sepultamiento. Tomado de la revista Oilfield Review Schlumberger

A continuación se presenta el inventario de los indicios superficiales de hidrocarburos presentes en el Huila, formación a la cual está asociado, tipo de rezumadero y su respectiva localización geográfica.

FORMACIÓN	TIPO DE REZUMADERO	COORDENADAS		NÚMERO DE PUNTO
		ESTE	NORTE	
CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	791312,4	705707,5	1
X	UNDEFINED	806367	713055,1	2
X	UNDEFINED	806837,7	714112,2	3
CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	807666,9	709626,7	4
X	UNDEFINED	808626,4	717600,1	5
CENOZOICO INFERIOR	ASFALTO	812787,1	752919	6
X	UNDEFINED	818028,6	711511,6	7
CENOZOICO INFERIOR	ASFALTO	818901,8	754862,3	8
X	OIL SEEP	830650,1	762075,6	9
CUATERNARIO	OIL INTERM. FLOW	835612,8	789686,7	10
X	UNDEFINED	835617,5	789702,3	11
K3 BASE	DEAD OIL	839504,3	799201,8	12
K3 MDST	D. O. IN FRAC.	839714,8	800626,8	13
Kug	OIL SEEP	839991,7	788836,5	14
SSS/K4	DEAD OIL	840026,4	803580,1	15
GUADUAS K4 BASAL	DEAD OIL	840521,1	803552,1	16
K4 BASAL	DEAD OIL	842022,2	806997,1	17
Kc	OIL SEEP	842142,2	791827,1	18
Kc	OIL SEEP	843395,7	794805,1	19
Kum	OIL SEEP	843543	790818,1	20
Kum	OIL SEEP	843988,6	790907,2	21
VILLETA	OIL SEEP	844031	795289,2	22
Kb SST	D. O. IN FRAC.	844112,5	790948,3	23
GUADUALA,K4/K3CONTACTO	D. O. IN FRAC.	844169,1	795080,4	24
Kc	OIL SEEP	844486	796107,7	25
X	UNDEFINED	845928,1	795684,4	26
X	UNDEFINED	846571,1	795476,6	27
X	UNDEFINED	856119,5	811829,2	28
X	UNDEFINED	856876,1	807165,1	29
X	UNDEFINED	856909,8	809233,4	30
CENOZOICO SUPERIOR	ASFALTO	862348,7	828555,1	31
CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	862643,6	847730,9	32
X	UNDEFINED	879612,2	815715,2	33
X	UNDEFINED	880095,4	814416,9	34

X	UNDEFINED	880196	814925,9	35
CRETÁCEO SUP. CENOZOICO INF.	ASFALTO	881194,8	813432	36
X	UNDEFINED	881320	815746,7	37
CENOZOICO INFERIOR	ASFALTO	884757,2	828063,2	38
X	OLOR	918762,7	855308,4	39
X	OLOR	918762,7	855308,4	40

Tabla 1. Inventario de Indicios superficiales presentes en el departamento del Huila. ANH. 2010

Para este proyecto se trabajaron siete puntos, de los cuales 2 presentaron contenido de hidrocarburos tanto activos e inactivos y en 5 de ellos no se encontró manifestación de Hidrocarburos.

Cabe resaltar que se obtuvo información por parte de la comunidad de la presencia de un rezumadero en la vía que conduce a la vereda el Vergel, municipio de Suaza, este punto no se encontraba inventariado por la ANH; motivo por el cual se adiciono al presente estudio; como rezumadero 41, y se denominó como rezumadero de “Las Juntas”.

Por otra parte el punto registrado por la ANH, correspondiente al rezumadero 38; las coordenadas indicadas no dan a conocer ningún indicio superficial, por lo cual se aclara, que las coordenadas reales donde se evidencio el rezumadero son las presentadas a continuación:

ZONA	FM/CIÓN	TIPO DE RE/ZDERO	ESTE	NORTE	MUNICIPIO	RE/ZDERO	GRUPO	PLANCHA
1	CRETACEO	ASFALTO	806801,56	693425,47	SUAZA	41	MINUS	389-I-D
2	CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	791312,394	705707,51	TIMANA	1	MINUS	389-I-C
3	GRANITO ALTAMIRA	UNDEFINED	806366,989	713055,06	ALTAMIRA	2	MINUS	389-I-B
	GRANITO ALTAMIRA	UNDEFINED	806837,707	714112,191	ALTAMIRA	3	MINUS	389-I-B
	CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	807666,894	709626,722	SUAZA	4	MINUS	389-I-D
4	CENOZOICO	ASFALTO	862348,728	828555,111	NEIVA	31	MINUS	323-II-C
5	CENOZOICO	ASFALTO	862359,75	830215,81	TELLO	38	MINUS	324-I-C

Tabla 2. Rezumaderos del grupo MINUS. *Nota: Las filas sombreadas de color naranja, corresponden a los puntos, en los que se hallaron hidrocarburos superficiales.*

6. CARACTERIZACIÓN DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES GRUPO MINUS

Para el desarrollo de este proyecto el museo geológico y del petróleo, asignaron al denominado grupo MINUS siete (7) rezumaderos, para su análisis y evaluación geológica, para facilidades de logística, los rezumaderos asignados se dividieron en 2 Áreas y 5 Zonas; cobijadas con los nombres:

Área Sur

- Zona 1. Las Juntas
- Zona 2. Quebrada Tobo
- Zona 3. Vereda Pajijí

Área Norte

- Zona 4. Tres Hermanos
- Zona 5. Finca El Limón

6.1.1. Estadística Asociadas Al Programa De Monitoreo

Conociendo los tipos de rezumaderos encontrados en la cuenca del VSM, y en términos generales su distribución espacial, se puede hacer referencia a la cantidad de puntos positivos y no encontrados, respecto a los rezumaderos visitados. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la visita de campo.

TIPO DE REZUMADERO	CANTIDAD ENCONTRADA
Asfalto	1
Iridiscencia	1
No encontrado (inventario ANH)	5
Total	7

Tabla 3. Estadísticas Asociadas al programa de monitoreo

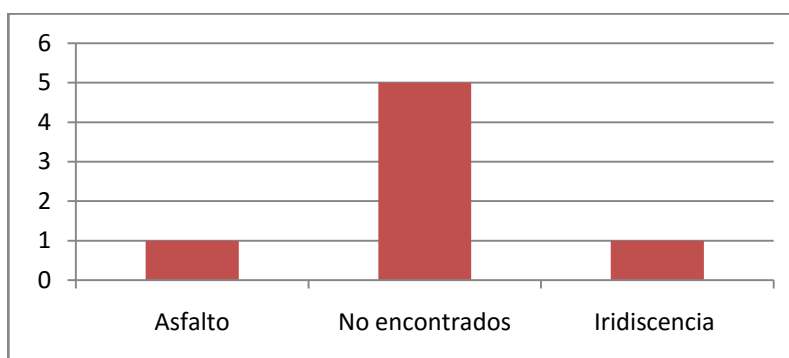


Figura 16. Relación de puntos positivos (Rezumaderos) y no encontrados teniendo como base el inventario de la ANH, del 2010.

En el estudio de campo realizado, no se encontraron evidencias de hidrocarburos de ninguna índole en los rezumaderos de las zonas (2, 3,4); sin embargo, para la zona 1 y 5 se hizo un reconocimiento geológico y posterior análisis fisicoquímico de los indicios superficiales encontrados. Para las zonas (2,3 y 4) se desarrolló un estudio geológico.

6.1.2. CARACTERIZACION DE INDICIOS SUPERFICIALES REFERENTES AL AREA SUR

En las últimas décadas un gran número de estudios exploratorios en el sector sur del Departamento del Huila se han realizado; desde Sísmica, hasta la perforación de pozos exploratorios. Testigo de estos son los pozos Altamira-1 (Municipio de Altamira), Cicande-1 (Municipio de Timaná), de los cuales se obtuvo información geológica de la base de datos del SICAT (Sistema de información para el inventario, catalogación, valoración y administración de la información técnico-científica); para conocer su valor comercial; y los resultados obtenidos en aquel entonces.

El sector correspondiente al municipio de Timaná y parte de Pitalito; cuenta con las características de una provincia petrolífera, con trampas estratigráficas y estructurales, roca generadora, roca almacén y sello. Sin embargo no se observó un indicio superficial de hidrocarburos durante las visitas de campo realizadas.

De acuerdo a estudios realizados por el Museo Geológico y del Petróleo en la región sur del Huila a propuesto que esta área fue una región tectónicamente muy activa y se vio sujeta a una continua fricción provocada durante la orogenia Andina; entre la cordillera Central y Oriental provocando que los combustibles fósiles excedieran su temperatura de preservación y se convirtiera en gas Termal.

6.1.3. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE LAS JUNTAS

Para la zona 1, se formalizaron en tres oportunidades visitas de campo, con el objetivo de realizar un levantamiento geológico y tomar las muestras necesarias a los fluidos y rocas de hidrocarburos para su estudio en laboratorio.

ZONA	FM/CION	TIPO DE RE/ZDERO	ESTE	NORTE	MUNICIPIO	RE/ZDERO	GRUPO	PLANCHA
1	CRETACEO	ASFALTO	806801,56	693425,47	SUAZA	41	MINUS	389-I-D

Tabla 4. Datos generales del rezumadero las Juntas

6.1.4. Localización Geográfica y Vías De Acceso De La Vereda Las Juntas

Este nuevo punto, se estudió gracias a información suministrada por parte de la comunidad; en la vía que conduce a la vereda el Vergel, municipio de Suaza. Debido a que este punto no se encontraba inventariado por la ANH; fue añadido al presente estudio; como rezumadero 41, y en el presente se hace llamar como rezumadero de “Las Juntas”.

La vereda las Juntas localizada a 20 km aproximadamente del casco urbano del municipio de Suaza. La vía principal de acceso es por carretera nacional que comunica a Suaza con Florencia en un recorrido aproximado de 18 km, posteriormente se toma una bifurcación a mano derecha por carretera destapada, con muy buen estado, en un tramo de 3 Km hasta el predio.

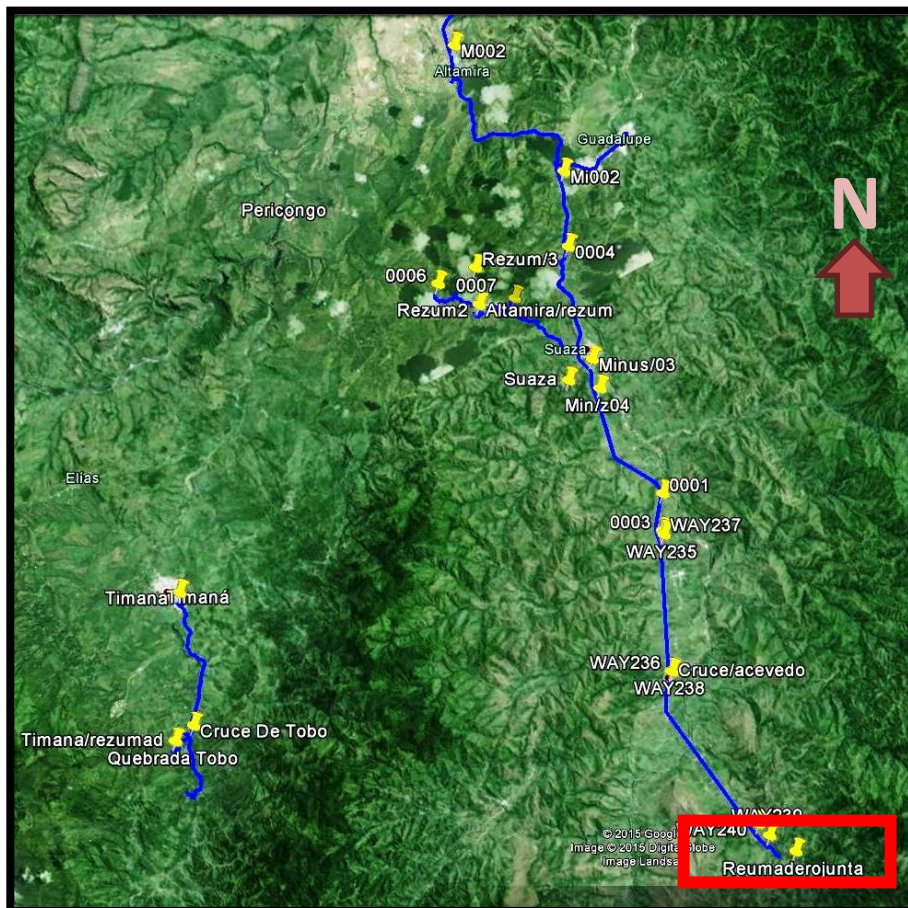


Figura 17. Track del GPS del recorrido por el sector de Las Juntas. (Obtenida de Google Earth)

Puntos	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)
430	821768	726822	866
431	815979	726633	882
432	822201	727443	884
433	793410	707956	1146
434	791312	705707	1147
435	791987	705785	1189
436	791329	705744	1233
437	791289	705718	1229
438	791247	705731	1232
439	791258	705726	1233
440	791227	705735	1238
441	791220	705732	1240
442	791214	705721	1240

443	791185	705709	1243
444	791730	705888	1218
445	791886	705654	1132
446	799638	715756	894
447	802033	718347	926
448	809414	719929	1037
449	809323	719398	1078
450	810926	717087	956
451	811053	716233	914
452	810766	715566	921
453	810198	714148	940
454	809408	712996	979
455	809173	712390	970
456	808985	711091	969
457	806801	693425	985
458	808163	706761	1001
459	808236	704724	1056
460	807770	703103	1037
461	805584	699391	1064
462	805657	698296	1029
463	805783	697538	1066
464	805890	695519	1144
465	806047	694431	1175
466	806181	694222	1170
467	806282	694041	1185
468	806356	693803	1189
469	806372	693713	1199
470	806714	693291	1278
471	806749	693335	1270
472	806763	693387	1261
473	806447	693357	448
Cruce/Acevedo	806040	700050	1100
Cruce Tobo	792037	705860	1113
Altamira/Rezu	806367	713055	1250
Timaná	793644	709732	1020
Suaza	807667	709627	990
Rezu/Juntas	806708	693264	1180
Q.Tobo	791312	705707	1120

Tabla 5. Coordenadas de las estaciones del track del recorrido por el sector de Las Juntas, Timaná (Tobo) y Altamira.

6.1.5. Geología general de las Juntas- zona 1

Geológicamente el sector de las Juntas pertenece al cretácico tardío; y al Paleógeno; con la presencia de arcillolitas, lodolitas y areniscas; de las formaciones Villeta y el Grupo Gualanday. Donde se puede decir previamente que el ambiente de deposición fue en una cuenca marina interior fracturada la cual deposita la formación Villeta, Caballos y Monserrate. Posteriormente con un solevantamiento de la cordillera central genera grandes corrientes fluviales que deyectan en dirección oeste – este generando durante el eoceno y oligoceno grandes depósitos fluviales correspondientes las formaciones gualanday.



Figura 18. Mapa físico del área de las Juntas. (Obtenido del IGAC)

Estructuralmente el área de las Juntas corresponde a un homoclinal con buzamiento promedio de 40° en dirección NW-SE; que se encuentra fallado longitudinalmente por la Falla de Suaza, al este del rezumadero, y por la Falla de Brasil; al oeste del rezumadero; ambos sistemas de fallas tienen una dirección SW-NE.

Al norte de la zona de influencia directa del rezumadero, se presenta un corte topográfico de una antigua cantera, conformado en su parte superior por una secuencia de conglomerados clastos y matriz soportada de líticas y cuarzo lechoso e infrayacen conglomerados con intercalaciones de arcillolitas y lentes de arena. La alta pendiente del talud impidió su acceso directo, pero lo que se puede observar es que la presencia de la formación Gualanday hecho que se puede corroborar según información de servicio geológico colombiano (SGC), en la zona 1, aflora esta formación como una secuencia de lodolitas.

El rezumadero que emerge se presenta como un cuerpo alargado en dirección Oriente-Occidente, con una longitud medida por medio de poligonal abierta e Hip Chain de 10 metros, y un ancho aproximado de 3 metros, abundante material

Vegetal, (cultivos de café) impide que se realice un análisis minucioso de la Zona 1. Sin embargo se logró encontrar el rezumadero y muestrearlo, obteniendo el bitumen, necesario para su análisis.



Fotografía 24. Formación Gualanday en la vereda las Juntas.

6.1.6. Geología Estructural Del Rezumadero Las Juntas

Estructuralmente el área de estudio se encuentra afectada por fallas inversas de tipo dextrolateral; las cuales tienen un rumbo N40E; y un buzamiento promedio de 10°.

6.1.6.1. Fallas

En el área de influencia a la zona 1, se encuentra expuesta a un elevado fallamiento, encabezado por la Falla inversa de Suaza la cual está definida a una distancia de 250 m del rezumadero, acompañada de algunas fallas menores.

6.1.6.2. Falla de Suaza

Es una falla inversa definida de bajo ángulo buzando al Sureste que en la zona directa del rezumadero pone en contacto las rocas de la formación Villeta con la formación Gualanday, Miembro Tesalia. Tiene una dirección aproximada de 110° y sobre la cuenca de la quebrada la Neme ; se encuentra cubierta por derrubios, aunque se observan claramente algunos fragmentos de rocas

cataclásticas tipo microbrechas que manifiestan el fuerte movimiento tectónico; así también se observan algunos desplazamientos locales de derrubios y suelos que manifiestan actividad reciente de la falla. Esta falla permite la dismigración primaria de Hidrocarburos desde la Formación Villeta a superficie.

6.1.6.3. Fallas Menores

A lo largo de la visita se realizó la evaluación de la sección estratigráfica por la cuenca de la quebrada la Neme, se observaron gran número de pequeñas fallas inversas de despegue o estratiformes de carácter local que hacen repetir a la secuencia en gran número de ocasiones y que son omitidas en el balanceo de las secciones estratigráficas.

6.1.7 Caracterización Del Indicio Superficial De Hidrocarburos De Las Juntas

Este indicio superficial se encuentra asociado a un tipo dismigración primaria, originada en la formación Villeta, afectada por una falla inversa, que le permite al hidrocarburo; fluir naturalmente a través de ella.

6.1.7.1 Metodología de las pruebas de laboratorio

Los procedimientos analíticos utilizados en la Universidad Surcolombiana, fueron los basados según la norma ASTM, para obtener resultados verídicos y estandarizados, de forma que al corroborarse la gravedad API; con la obtenida por el laboratorio Antek S.A, esta fuese muy similar.

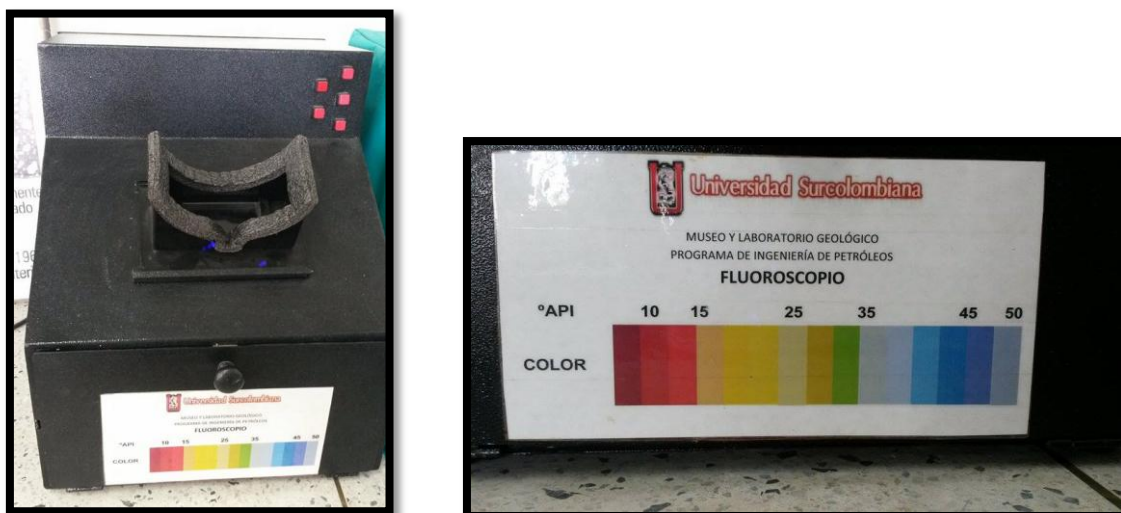
Todos los procedimientos analíticos utilizados en el estudio del rezumadero de asfalto encontrado, han sido validados en el laboratorio de Geoquímica y Petróleo de Antek S.A.



Fotografía 25. Determinación de la gravedad API usando Beaker para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos de Las Juntas. (Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo en la Universidad Surcolombiana.)

En el laboratorio de la Universidad Surcolombiana se corrió una prueba utilizando el Método del Disolución, el cual permite determinar con precisión la densidad de líquidos. Su característica principal es la de mantener un volumen fijo al colocar diferentes líquidos en su interior. Esto nos sirve para comparar las densidades de dos líquidos pesando el Beaker con cada líquido por separado y comparando sus masas.

En estos métodos se efectúa la medición de densidad de líquidos por el método del tubo en U oscilante. El equipo se calibra previamente con sustancias o estándares de densidad conocida y una pequeña cantidad de muestra es introducida mediante una jeringa o un automuestreador en el tubo en U el cual está controlado en temperatura y efectúa la medición de la densidad de la muestra en forma automática.



Fotografía 26. Determinación de la Gravedad API utilizando el Fluoroscopio (Universidad Surcolombiana- Laboratorio de Geología del petróleo).

De igual forma se utilizó el Fluoroscopio para determinar la gravedad API, el cual tiene como principio funcional los rayos ultravioleta del espectro electromagnético; los cuales no visibles por el ojo Humano.

6.1.7.2 Preparación de las muestras de rezumaderos (Asfaltos)

De manera resumida, se puede decir que la muestra de asfalto, fue fraccionada mediante análisis S.A.R.A. con el fin de obtener las fracciones saturadas y aromáticas para continuar con el análisis de biomarcadores.

A las muestras de roca impregnada se les removió manualmente cualquier tipo de material extraño y/o vegetal. Seguidamente, la materia orgánica fue extraída a alta presión y temperatura en aparato Dionex. Los extractos orgánicos o bitumen fue fraccionado mediante análisis S.A.R.A. y las fracciones de saturados y aromáticos sometidas al análisis de biomarcadores. Los procedimientos utilizados en cada paso del protocolo analítico se describen a continuación.

6.1.7.3 Extracción de la materia orgánica

El solvente de extracción usado fue diclorometano al 100%. Las condiciones de extracción fueron las siguientes: Método biomarcadores; Presión de solvente: 1500 psi; temperatura de la celda de extracción: 100°C; tiempo de presión estática: 2 minutos; solvent flush 75% y tiempo de purga de nitrógeno: 60 segundos. Luego de la extracción, el solvente fue removido a casi sequedad por rota-evaporación, luego transferido a un vial pre-pesado de 4 ml y se llevó a casi sequedad por corriente de nitrógeno para cuantificar gravimétricamente la materia orgánica extraíble (MOE).

6.1.7.4 Parámetros Básicos En Extractos Bituminosos De Rocas Impregnadas

Los principales parámetros que fueron evaluados incluyeron la gravedad API y fraccionamiento por cromatografía líquida (análisis S.A.R.A.). (Se realizó solo la prueba respectiva de Gravedad API, debido a que la prueba de chispa no puede correrse con el bitumen encontrado).

6.1.7.5 Gravedad API

La gravedad API/ densidad es una propiedad física básica que puede ser usada como un indicador de madurez térmica de un crudo o condensado. Para la prueba que se realizó, en el laboratorio de Crudos de la Universidad Surcolombiana; se utilizó el método ASTM (D 287-82); con el fin de confirmar los resultados obtenidos por Antek S.A, utilizando las normas ASTM D-4052 o ASTM D-5002.

La gravedad API/ densidad es una propiedad física básica que puede ser usada como un indicador de madurez térmica de un crudo o condensado. Para la prueba que se realizó, en el laboratorio de Crudos de la Universidad Surcolombiana; se utilizó el método ASTM (D 287-82); con el fin de confirmar los resultados obtenidos por Antek S.A, utilizando las normas ASTM D-4052 o ASTM D-5002.

6.1.7.6 Análisis S.A.R.A. en rezumadero de asfalto de la vereda las Juntas

Debido a que las muestras recolectadas en campo fue escasa, ya que su alta viscosidad no permitía que estas fuera manipulada de manera fácil; el fraccionamiento del espécimen, se halla realizado mediante micro-columnación sobre alúmina (Antek, 2011).

6.1.7.7 Materia Orgánica Extraíble (MOE) y Análisis S.A.R.A.

Esta prueba fue realizada directamente por Antek S.A.; utilizando un equipo de extracción acelerada de solidos Dionex ASE-200, el cual es el estado del arte en lo que respecta a la instrumentación comercialmente disponible para la extracción de M.O.E. Este procedimiento tiene como aspecto especial que la muestra de roca se extrae con un solvente orgánico de manera que sirva como un agente desplazante de hidrocarburos (diclorometano, DCM) a alta presión y temperatura.

6.1.8 Resultados De La Caracterización De Los Fluidos De Las Juntas

El ojo del rezumadero las Juntas se encuentra sobre un manadero de agua; entre una plantación de Guaduas y Café; en la Finca Las Juntas del Señor Alexander P. (municipio de Suaza –Huila); con la característica de que esta es cafetera; por lo cual se encuentra abundante materia vegetal (hojarasca). A continuación se describen los datos de la muestra tomada:

Tipo de muestra: Bitumen

Encargados de la toma:

Roberto Vargas Cuervo	(Msc Geólogo)
Daniel Fernando Mosquera Quintero	(Estudiante)
Jhoan Esneider Realpe Rojas	(Estudiante)
Sindy Tatiana Dussan Quintero	(Estudiante)

Fuente: Indicio superficial

Tipo de rezumadero: Indicio superficial directo activo

Interpretación del indicio superficial: Dismigración primaria

Roca Fuente: Formación Villeta.

Análisis de laboratorio: Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo de la Universidad Surcolombiana

Como se describió anteriormente , se realizaron 2 pruebas para corroborar la gravedad API, referente al rezumadero de las juntas; utilizando el Método del Beaker en el laboratorio de la Universidad Surcolombiana y mediante un densímetro digital utilizando el método ASTM D -4052 o ASTM D-5002; de la compañía Antek S.A.;-Laboratorio de Geoquímica Orgánica y Petróleo-.



Fotografía 27. Asfalto en la vereda las Juntas

A continuación se dan a conocer los resultados obtenidos, para el rezumadero las Juntas en la siguiente tabla:

Rezumadero	Gravedad Especifica	Gravedad API *USCO	Gravedad API *Antek S.A	% Asfáltenos	% Aromáticos	% Saturados	% Resina	%MOE
Las juntas	1,0216606	7,000007	6.18	23,92	20,63	37,51	17,95	1,88

Tabla 6. Resultados de las pruebas de Laboratorio

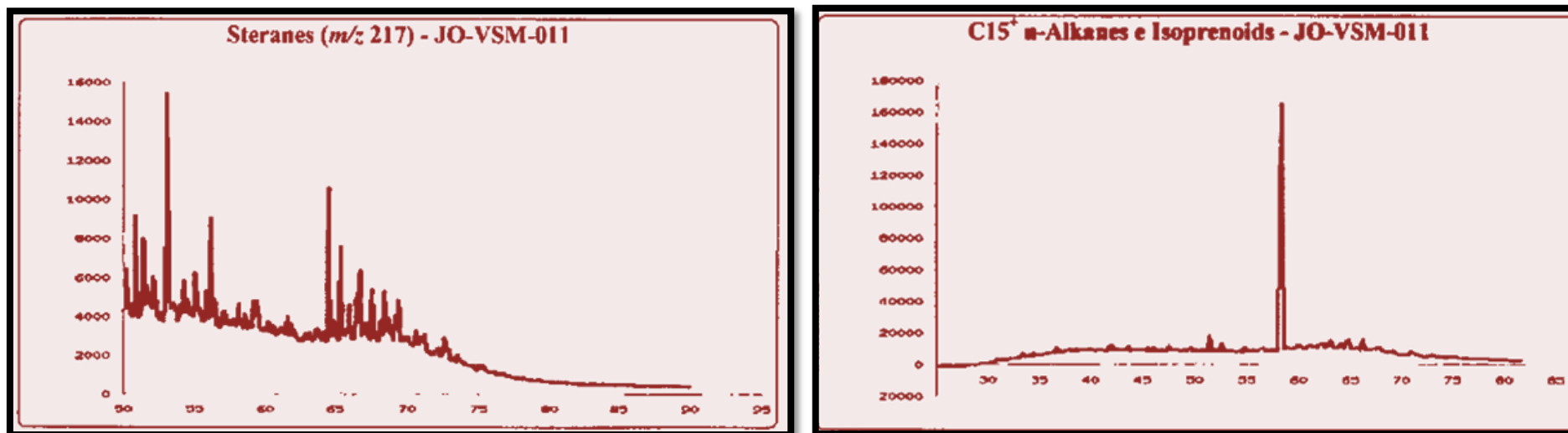


Figura 19. Resultados de la Prueba C15 n-Alkanes y Steranes

6.1.8.1 Análisis De Resultados Del Indicio Superficial De Hidrocarburos De Las Juntas.

El crudo presente en el indicio superficial del sector de las Juntas es bitumen de color negro pardo de extremadamente alta viscosidad, clasificándolo como un crudo extrapesado compuesto principalmente por elementos Saturados. Presenta además un alto contenido porcentual de azufre y sal, lo cual hace que su valor económico baje aún más pues se incrementan los costos de transporte y refinería.

La muestra del área de las juntas presenta una gravedad API de 7° lo que significa que su gravedad específica es de 1,02 dicho valor fue determinado utilizando el principio de La disolución con solventes orgánicos en el laboratorio; en este caso se utilizó gasolina corriente; lo cual permite la determinación de la cantidad de bitumen presente en las muestras, y de esta manera evaluar lo la riqueza de la roca generadora.

Con el uso del Fluoroscopio para determinar la gravedad API, el cual tiene como principio funcional los rayos ultravioleta del espectro electromagnético; los cuales no visibles por el ojo Humano., se logró corroborar que el hidrocarburo se clasifica como extrapesado ya que se encuentra dentro del rango de $>10^\circ$; lo cual da a conocer su bajo valor comercial; haciéndole útil para la explotación para material asfáltico en la construcción d carreteras.

6.1.8.2 Estéranos y Terpanos

Los esteroides junto con los terpanos son los biomarcadores más ampliamente usados en la evaluación de la materia orgánica sedimentaria como indicadores de origen, madurez, migración y biodegradación y en estudios de correlación crudo-roca fuente. (Hunt, 1995).²

La relación C_{28}/C_{29} –Esterano es un importante indicador de edad, el cual incrementa a través del tiempo geológico. La muestra de rezumadero de asfalto de las Juntas, presenta un valor de 0,57, lo cual indica ², que es un crudo generado entre el Paleozoico Superior al Jurásico inferior.

² McKenzie *et al.*,(1982) han publicado una extensa revisión bibliográfica de los progresos alcanzados en esta área hasta 2000.² Grantham and Wakefield (1988) observaron que la relación C_{28}/C_{29} - Estéranos es <0.5 en crudos marinos generados en el Paleozoico inferior o más antiguos, mientras que de 0.4 a 0.7 corresponden al Paleozoico Superior al Jurásico inferior ; Crudos dl Jurásico Superior al Mioceno muestran valores mayores a 0.7 .³ Algunos autores(Hughes,1934;Palacas,1984;Tissot y Welte,1984) han observado una correlación entre la relación saturados/Aromáticos y el tipo de roca fuente.

Debido a que los biomarcadores presentan transformaciones estructurales a nivel molecular que pueden utilizarse como parámetros de madurez térmica; utilizando la relación entre (S/S+R), (saturados y resinas); se puede determinar dicha propiedad como resultado de reacciones térmicas controladas por el sepultamiento y calentamiento asociado. La muestra de asfalto de las Juntas muestra un valor (S/S+R) de 0.49 lo cual indica que la materia orgánica presenta un grado relativamente alto de madurez.

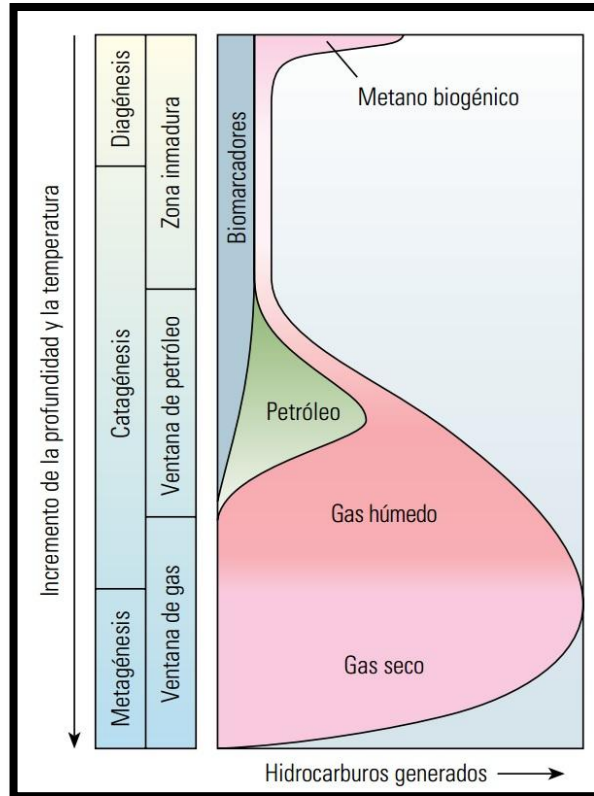


Figura 20. Transformación térmica del Kerogeno. La generación de hidrocarburos en las rocas generadoras es controlada principalmente por la temperatura, conforme el contenido de Kerogeno pasa de carbono reactivo a carbono muerto. Tomada de Oilfield Review , 2011 Volumen 23, No2- Pag 40 Copyright @ 2011 Schlumberger.(Modificado de Tissot et al)

Los terpanos en la cuenca del VSM se caracterizan por tener un origen algal/bacterial depositada en un ambiente deposicional marino. No obstante, una influencia terrestre no se descarta para la materia orgánica en la cuenca.

La muestra de asfalto presenta valores de estéranos regulares que permiten afirmar que este rezumadero se deriva de materia orgánica de aporte algal-microbiano con aportes menores proveniente de plantas superiores, indicando un ambiente transicional marino-continental , característico de la depositacion de sedimentos clásticos provenientes del continente en las profundidades del océano.

6.1.8.3 Saturados/ Aromáticos

Valores bajos de esta relación corresponden con rocas de tipo carbonatico, mientras que valores altos corresponden a shales. Sin embargo, es necesario considerar que esta relación también puede representar condiciones de madurez térmica ya que esta se incrementa con la madurez de la roca fuente.

El índice de preferencia al carbonó (CPI) puede ser utilizado como indicador del tipo de roca fuente considerando que algunos autores ³, han propuesto que valores por debajo de 1 corresponden con carbonatos y valores por encima de 1 con shales.

La relación de SAT/ARO tiene un valor de 1.81 y un CPI de 2.36; lo cual indica que la materia orgánica del rezumadero de las Juntas fue generada por shales siliciclásticos y no por rocas calcáreas.

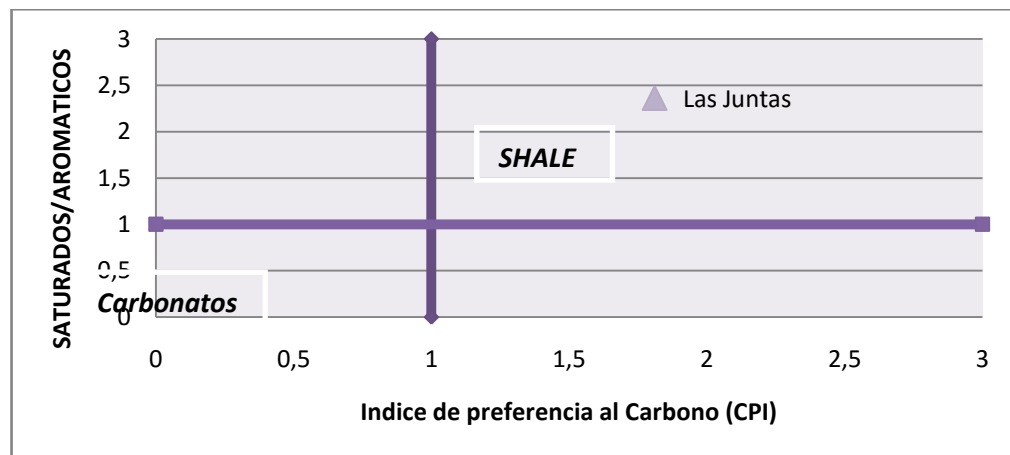


Figura 21. Grafica entre saturados/aromáticos y el índice de preferencia al Carbono (CPI) en la muestra del rezumadero de las Juntas.

6.1.8.4 Pristano/Fitano

La muestra del rezumadero las Juntas, permiten obtener una relación entre los componentes Pristano y Fitano; tiene un valor de Pr/Ph es de 0.97, lo cual indica que la materia orgánica experimento una deposición anóxica³. Los niveles bajos

³ Ten Haven *et al.* (1987) y Mello *et al.* (1988) sugirieron que la relación Pristano/Fitano (Pr/Ph) probablemente refleja la relación entre sus precursores y la química de los ambientes deposicionales y no solamente las condiciones oxicas o anoxicas de un sedimento. ² Didyk *et al.* (1978) propusieron una relación directa entre Pr/Ph y las condiciones de oxidación del ambiente deposicional. Valores de relaciones Pr/Ph < 1 indicarían deposición anóxica, Pr/Ph > 1 indican ambiente de deposición oxico.

en oxígeno generan un ambiente reductor que protege el material orgánico de la oxidación, a la vez que restringen la actividad de las especies bentónicas.

Dado que reducen el intercambio de oxígeno y materia orgánica, las aguas calmas crean un ambiente en el que pueden existir condiciones anoxicas. Estos ambientes de baja energía permiten además la depositación de sedimentos más finos. Por consiguiente, existe una relación entre la granulometría y el contenido orgánico de las rocas generadoras.

6.1.8.5 Importancia en la industria

La gravedad °API representa la calidad de un crudo y/o bitumen para su comercialización, es decir, representa el peso y la complejidad del mismo para su refinado y posterior salida al mercado, por lo tanto, el rezumadero las Juntas tiene una gravedad API muy baja, lo cual corresponde a un bitumen que puede ser usando como pavimento.

6.2 INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE TOBO, MUNICIPIO DE TIMANÁ- ZONA 2

Para la zona 2 del sector de Tobo, fue realizado un reconocimiento de campo, acompañado de un levantamiento de barrido por el método de la poligonal abierta con GPS Garmin, así también se realizó el levantamiento geológico y se tomaron las muestras necesarias para su interpretación en laboratorio de rocas. Cabe aclarar que para esta Zona no se evidenciaron indicios superficiales de hidrocarburos, por lo cual el “rezumadero” inventariado por la ANH, se denominara como punto; no obstante se desarrolló la misma metodología.

6.2.1 Localización Geográfica y Vías De Acceso Vereda Tobo

Para acceder al punto señalado por la ANH, se toma la carretera que comunica a los municipios de Timaná y Pitalito, 5 Km al sur de Timaná se encuentra la vereda Tobo; se toma una carretera destapada que comunica a un cruce en donde se debe acceder caminando, hasta descender a la quebrada Tobo, en donde aguas arriba se localiza el punto. Cabe aclarar que en este punto no se encontró el “rezumadero”, de modo que en el presente trabajo se denominara como punto; no obstante se tendrá en cuenta la misma metodología.



Figura 22. Track de la zona 2, en el punto de Tobo. Obtenida del Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

ZONA	FORMACION	TIPO DE REZUMADERO	ESTE	NORTE	MUNICIPIO	REZUMADERO	GRUPO	PLANCHA
2	CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	791312,394	705707,51	TIMANÁ	1	MINUS	389-I-C

Tabla 7. Información general del punto registrado por la ANH

6.2.2 Geología general de Tobo Zona 2

En el área donde se localizan las coordenadas, dadas por la ANH (Véase Tabla 7) afloran rocas sedimentarias clásticas correspondientes a la formación Guaduala, miembro Teruel (Seca), y depósitos cuaternarios asociados a la quebrada el Tobo.

- **Formación Guaduala (Seca) Miembro Teruel**

El ambiente de deposición fue en una cuenca marina ; pero a finales del mastrichtiano ocurre una regresión o retiro paulatino del mar iniciando un proceso de transición representado por la formación Guaduala, lo cual deposita principalmente rocas clásticas texturalmente finas, como arcillolitas, limolitas y lodolitas, con algunos niveles arenosos.

El área de estudio se localiza en el cauce de la quebrada tobo, hacia la vertiente izquierda aguas abajo, se expone un afloramiento con una potencia de 4 metros; conformado por un conjunto de estratificación fina a muy fina por arcillolitas rojizas, de la formación Guaduala. Hacia la base se presenta un paquete de arcillolitas abigarreadas de carácter semiplástico y de textura arcilloarenosa; a una muestra tomada de este sector le fue realizado el análisis de granulometría por el método del hidrómetro (Boyucos) dando como resultado un porcentaje de: arena 45%, limo 15% y arcilla 40%. Suprayace a esta secuencia y en la parte media se presentan arcillolitas de color gris- verdoso y de textura más plástica que la base, hacia el tope de la secuencia se presentan algunas capas de estratificación fina de areniscas de color gris verdoso y con tonalidades oscuras y conformadas texturalmente por granos fino a medios embebidas en una matriz limo-arcillosa, correspondiendo a unas grauvacas líticas.



Fotografía 28. Afloramiento de la Formación Guaduala, municipio de Timaná.

- **Depósitos Cuaternarios**

El punto de las coordenadas se ubica sobre la quebrada el Tobo, la cual presenta depósitos aluviales y algunos depósitos de terrazas.

Los depósitos aluviales están conformados por fragmentos de tipo bloques, cantos, guijas, guijarros y gránulos embebidos en una matriz arenosa; y conformados petrográficamente por calizas lumaquelicas, y rocas volcánicas de tipo, riolitas, dacitas, también se conservan algunos fragmentos de shale.

La margen izquierda aguas arriba, presenta un nivel de terrazas de aproximadamente 1 metro de espesor.



Fotografía 29. Depósitos aluviales sobre la quebrada Tobo.

6.2.3 Geología Estructural De Tobo

El área que corresponde a Tobo Tectónicamente, se encuentra en alta actividad por la convergencia de las fallas Mortiñal y de Timaná; motivo que propicia una alta actividad tectónica.⁴ Este hecho confirma que aunque la zona 2 cumple con las condiciones de una provincia petrolífera, según teorías, esta solo cuenta con gas termal; debido a que los iniciales hidrocarburos que fueron preservados, se quemaron por el continuo aumento de la temperatura durante la orogenia andina, en este sector.

⁴ Los resultados del procesamiento de la información determinaron que la zona sismogénica Subducción Sur, es la que mayor actividad sísmica ha registrado, seguida de Cauca- Romeral Sur, Viejo Caldas, Piedemonte Norte y Subducción Central. Las magnitudes últimas, calculadas a partir del análisis de recurrencia en cada zona, mostraron que la zona sismogénica Cauca-Romeral Sur podría generar los sismos de mayor magnitud ($M_s=8,0$), seguida de la Subducción Sur ($M_s=7,3$) y Piedemonte Norte ($M_s=7,2$).

6.2.3.1 Fallas

En el área de influencia a la zona 2, se encuentra expuesta a un bajo fallamiento, encabezado por la Falla de la Estrella definida a una distancia de 300 m del rezumadero.

6.2.3.2 Falla de La Estrella

Esta falla tiene una dirección SW-NE; con un buzamiento muy alto de 83°. Lo cual no causa mayores afectaciones a la litología local. Esta Falla es inversa, y permite la dismigración primaria de hidrocarburos a través del plano de falla, aunque no se evidencio rezumadero alguno. El desplazamiento vertical que causa la falla es de 50 m aproximadamente.

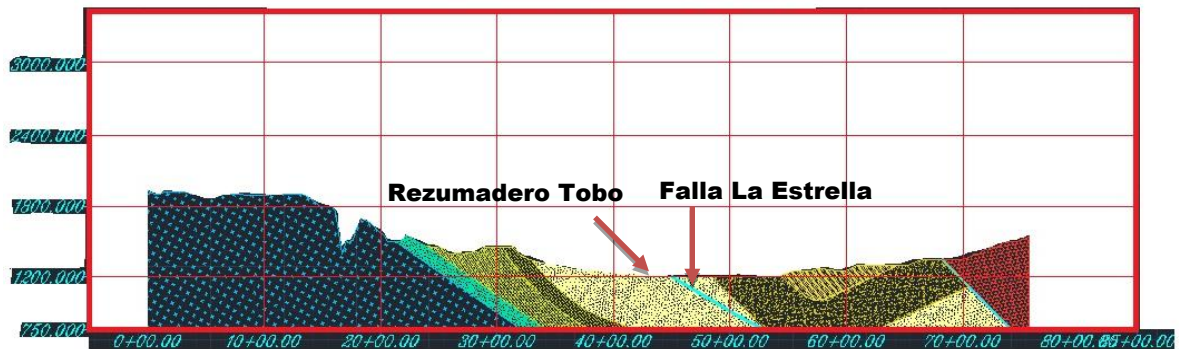


Figura 23. Perfil del rezumadero de Tobo. Se pueden evidenciar que la presencia del sinclinal de Guayayamba permite que se cumpla con las condiciones de una trampa estratigráfica a lo largo de la falla la Estrella. *(Anexos)

6.2.4 Caracterización Del Indicio Superficial De Hidrocarburos De Tobo

El grupo de estudio logró alcanzar el punto registrado por la ANH, pero no se evidencio la existencia de un indicio de Hidrocarburos; en las vecindades. Se corrobora que la zona cumple con las condiciones de una provincia petrolífera, ya que en la quebrada de Tobo se encontraron rocas pertenecientes a la Formación Villeta, Monserrate y Guaduala.

Los estudios a lo largo del tiempo han registrado que no existen hidrocarburos líquidos, porque pudo excederse la temperatura de preservación de estos; lo que causo que este sufriera una combustión y en este momento según teorías solo exista gas termal.

6.3 INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS DE PAJIJÍ (MUNICIPIO DE ALTAMIRA-TIMANÁ-SUAZA). ZONA- 3

Para la zona 3 del sector de Pajijí, fue realizado un reconocimiento de campo, acompañado de un levantamiento geológico, del cual se tomaron las muestras necesarias para su interpretación en laboratorio de rocas. Cabe aclarar que para esta Zona no se evidenciaron indicios superficiales de hidrocarburos, por lo cual el “rezumadero” inventariado por la ANH, se denominara como punto; no obstante se desarrolló la misma metodología.

6.3.1 Localización geográfica y vías de acceso De Pajijí

El indicio superficial, se encuentra ubicado en el sector de la vereda Pajijí del municipio de Altamira; el área de estudio se encuentra localizada en la zona oriental de este municipio, muy cerca al corregimiento Naranjal. La vía que comunica a Naranjal con el casco Urbano del municipio de Suaza se encuentra en un alto grado de abandono.

Cabe resaltar que la Zona de Pajijí ha sido dividida en dos Sub-Zonas, Sub Zona de Pajijí y Sub Zona de Suaza.

ZONA	FM/CION	SUBZONAS	ESTE	NORTE	MUNICIPIO	PUNTOS	GRUPO	PLANCHA
3	GRANITO ALTAMIRA	PAJIJÍ	806366,989	713055,06	ALTAMIRA	2	MINUS	389-I-B
	GRANITO ALTAMIRA	PAJIJÍ	806837,707	714112,191	ALTAMIRA	3	MINUS	389-I-B
	CRETÁCEO SUPERIOR-FORMACION DOIMA Y GIGANTE	SUAZA	807666,894	709626,722	SUAZA	4	MINUS	389-I-D

Tabla 8. Información general de los puntos registrados por la ANH

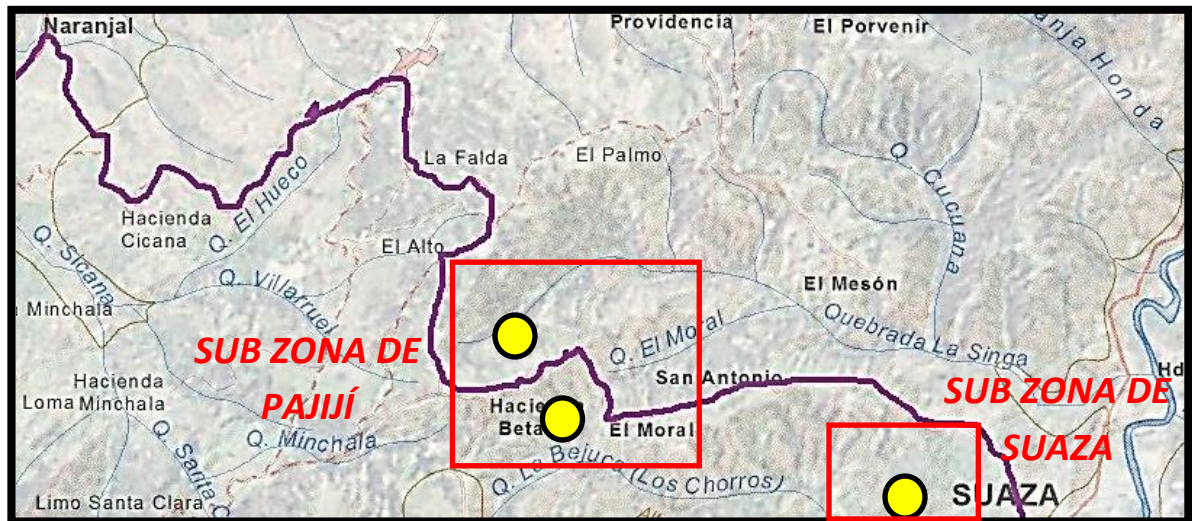


Figura 24. Track de la zona 3. Sobre la jurisdicción de los municipios de Altamira, Suaza y Timaná. (Obtenidos del Geoportal del IGAC). Se ubican los puntos registrados por la ANH. (Sub Zonas de Pajijí y Suaza).

6.3.2 Geología General De Pajijí

Según la ANH; en la Sub Zona de Pajijí; en los que esencialmente predomina el cuerpo intrusivo Granito de Altamira del cual no existen dataciones isotópicas y por sus relaciones tectónicas es imposible establecer su edad. Por la posición, similar a la de otros plutones en la margen occidental de la Cordillera Oriental, se sugiere edad Jurásica.

Un hecho importante por destacar es que en la vía que comunica a la Vereda Pajijí con el corregimiento de Naranjal; se puede evaluar que esta zona cumple con las características propias de una provincia petrolífera; roca generadora (Formación Villeta) y roca almacén (Formación Monserrate); asociadas a una trampa estratigráfica como lo es el sistema de fallas Acevedo.

El museo geológico y del petróleo apoyado con el grupo de investigación ECOSURC (Ecosistemas *Surcolombianos*), ha venido realizando los últimos 5 años proyectos de investigación relacionados con el basamento económico y la posibilidad de la existencia de hidrocarburos en ellos.

- **Granito de Altamira**

En la Sub Zona de Pajijí, se localizan los puntos 2 y 3, véase tabla 8, afloran rocas ígneas intrusivas, denominadas estratigráficamente como Granito de Altamira, de edad Jurásica. Composicionalmente, punto estudiado, corresponden

a cuarzodioritas, que cuando son frescas se presentan de color gris claro, y localmente con tonalidades rozadas, localmente gradando a mozogranitos cortados por diques de composición dacítica a andesíticos. Las rocas intrusivas macroscópicamente tienen textura fanerítica de cristalinidad media a gruesa, con textura equigranular, de color blanco, moteada de negro por los minerales máficos⁵, en algunas zonas se presentan texturas levemente porfíricas.

También se presentan diques andesíticos a dacíticos, con espesor entre pocos centímetros y hasta 30-40 cm de ancho que cortan las rocas intrusivas. Con menor frecuencia se encuentran diques y venillas cuarzofeldespáticas, aplíticas y de cuarzo.

El análisis de las muestras tomadas realizado en el Laboratorio de Rocas de la Universidad Surcolombiana, las muestra como unas rocas con textura dominante holocristalina, hipidiomórfica e inequigranular. Subordinadamente se presentan variaciones a porfírica. La composición mineral es bastante uniforme, y varía el contenido de cada uno de los minerales esenciales, lo que se refleja en la composicional de la roca.



Fotografía 30. Afloramiento del cuerpo intrusivo perteneciente al Granito de Altamira.

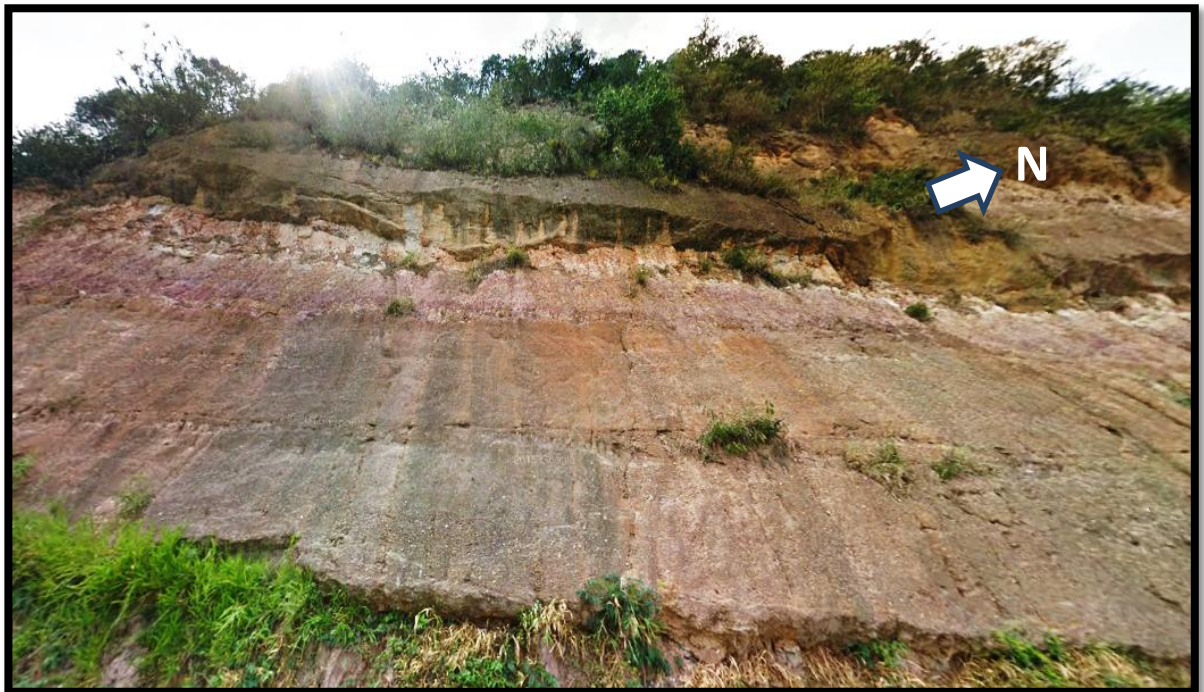
⁵ La composición de esta roca es de (20-25) % de cuarzo, (20-45) % Plagioclasa, (30-40) % de feldespato potásico y biotita (5-20) %. (Servicio geológico Colombiano & Geoestudios Ltda., en prep)

- **Formación Doima**

El punto 3 localizado en la Sub Zona Suaza se encuentra ubicado en rocas sedimentarias clásticas, del neógeno correspondiente a la denominada formación Doima, la cual presenta algunos afloramientos de conglomerados, niveles de areniscas y arcillolitas.

Los conglomerados observados son de color gris claro amarillento, texturalmente conformados por cantos 10%, guijas 50%, guijarros y gránulos 40% de formas subredondeadas y regularmente seleccionados, embebidos en una matriz arenosa y cementados con sílice. Los conglomerados son de carácter olicmítico y están conformados por fragmentos de chert pardo y negro, cuarzo, limolitas silíceas, así también se presentan en capas tabulares a localmente lenticulares con estratificación fina a media.

Presentan algunos niveles delgados de areniscas líticas y lodolitas y arcillolitas generando pendientes subverticales.



Fotografía 31. Afloramiento de la formación Doima en el área de influencia del punto registrado. Se observan la secuencia interestratificada de areniscas y arcillolitas de la formación Doima.

6.3.3 Geología estructural del sector de Pajijí-Zona 3

Regionalmente , el área de estudio hace parte del flanco occidental de la Cordillera Oriental, sobre el bloque oriental levantado de lo que ha sido considerado como la depresión tectónica de tipo compresional del valle superior del río Magdalena, limitada por fallas inversas (Las más importantes son ; fallas de Suaza y Acevedo), que ponen en contacto rocas jurásicas y precámbricas, localizadas en la cima de las cordilleras Central y Oriental, con rocas del Terciario y más jóvenes localizadas sobre el valle del río Magdalena.

6.3.3.1 Fallas y Pliegues

Son las estructuras geológicamente más importantes y que inciden directamente en el entrapamiento de los hidrocarburos. Geológicamente se pueden determinar varios patrones de fallamiento asociados al área de trabajo.

6.3.3.2 Sistemas de falla Acevedo

En los puntos localizados este conjunto de fallas cuyo trazo principal y más oriental bordea el costado occidental del valle del río Suaza, y coloca por un trayecto de aproximadamente 25 km, rocas de la Formación Saldaña sobre sedimentarias del Neógeno y Paleógeno entre las poblaciones de Acevedo y Suaza.

En el área de influencia de la Sub Zona de Suaza aunque no es visible una falla, cabe resaltar la importancia que ejerce este sistema de fallas en las formaciones asociadas.

6.3.3.3 Sinclinal de Suaza

En el área de influencia de la Sub Zona de Suaza, se presenta en la esquina suroccidental, afectado por rocas del terciario del grupo Gualanday, su eje tiene dirección aproximada N30°E.

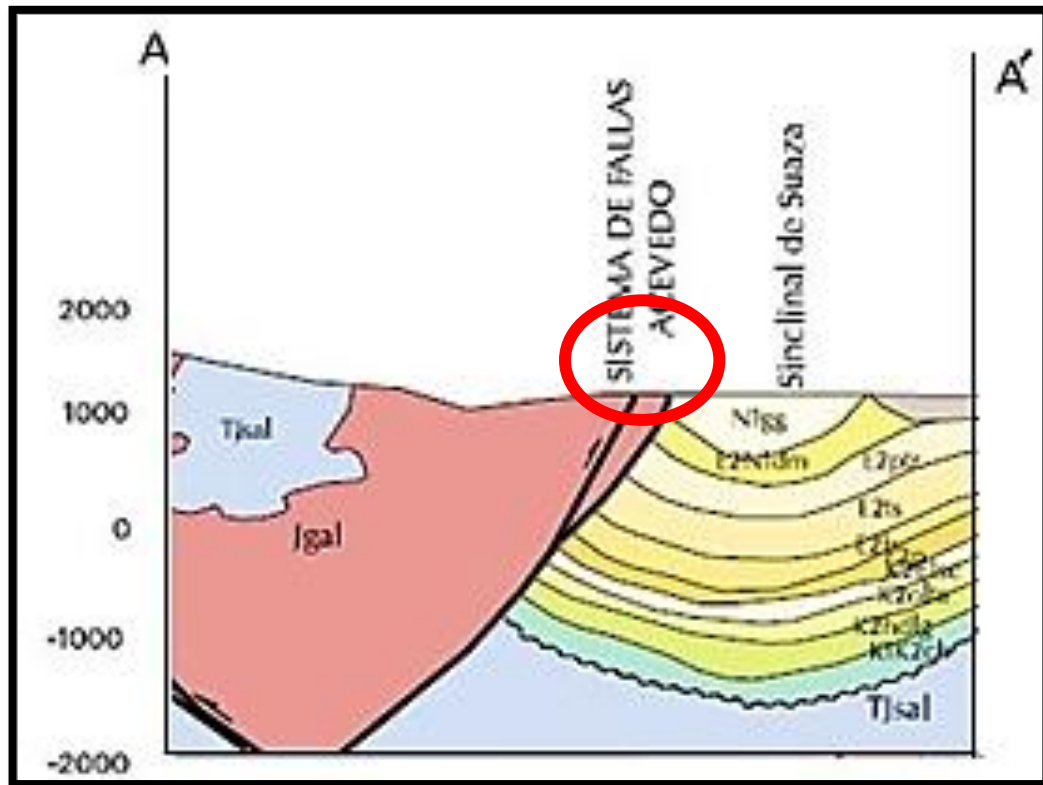


Figura 25. Perfil Geológico extraído de la Plancha 389 del Servicio geológico Colombiano & Geoestudios (2003); la zona que se encuentra encerrada es el sector por el cual puede fluir hidrocarburos a través del plano de falla.

6.3.4 Caracterización Del Punto, Área De Pajijí (Altamira-Timaná-suaza)

El área de Pajijí se caracteriza geológicamente por el afloramiento de rocas precámbricas pertenecientes a la Formación Saldaña, Granito de Altamira y hacia el sector del corregimiento de Naranjal afloran rocas de la formación Guaduala y Villeta.

Existen diversos estudios que demuestran que existen indicios superficiales de Hidrocarburos asociados a rocas ígneas, uno de estos estudios es el de (Caracterización de Hidrocarburos de los indicios superficiales de Hidrocarburos en el sector centro y la Tribuna; Universidad Surcolombiana- Neiva, Huila, Colombia); capítulo 8, indicios superficial de hidrocarburos de la Bocana municipio de Rivera. En esta situación no se encontró indicio alguno de hidrocarburos asociados a rocas ígneas de las formaciones Saldaña y el Granito de Altamira.

La formación Doima fue la única que afloraba de manera clara en el área de influencia de la Sub Zona de Suaza .Está conformada por conglomerados y

areniscas amarillentas, en este punto de igual forma no se logró encontrar indicio de hidrocarburos alguno.

6.4 CARACTERIZACIÓN DE INDICIOS SUPERFICIALES REFERENTES AL AREA NORTE

6.4.1 Geología Del Petróleo Del Área Norte

De los estudios sobre la Geología de Petróleo en el VSM, específicamente la Subcuenca de Neiva, se identificaron los sistemas Villeta-Caballos para el margen occidental del VSM, el cual corresponde al del área metropolitana Neiva en límites con el vecino municipio de Aipe y el sistema Villeta-Monserrate, para el sector central del Sinclinal de Neiva. Con esta clasificación establece las características de los 18 campos productores para ese momento, en términos de roca reservorio, roca sello y tipo de trampa y estima 527 millones de barriles las reservas recuperables de aceite y 201 billones de pies cúbicos de gas. Los campos productores más cercanos al área de trabajo son el Campo San Francisco, Dina cretácico, el cual produce del sistema petrolífero Villeta-Caballos, descubierto en 1987.

Para la descripción del sistema petrolífero del área de estudio del sector de Tres Hermanos, se puede acceder a ella en el Capítulo 3 Geología del Valle Superior del Magdalena de este documento; ya que el sistema petrolífero es similar en todo el Valle Superior del Magdalena (VSM) subcuenca Neiva.

En el sector oriental del margen del río Magdalena, correspondiente al municipio de Tello, se encuentra el Campo Tello; cuya formación productora es Monserrate. Actualmente, la producción del Campo Tello es de aproximadamente 5000 barriles diarios de petróleo con 20 pozos productores activos. La producción acumulada se estima, en el Campo Tello, que será aproximadamente de 111 millones de barriles en el año 2037.

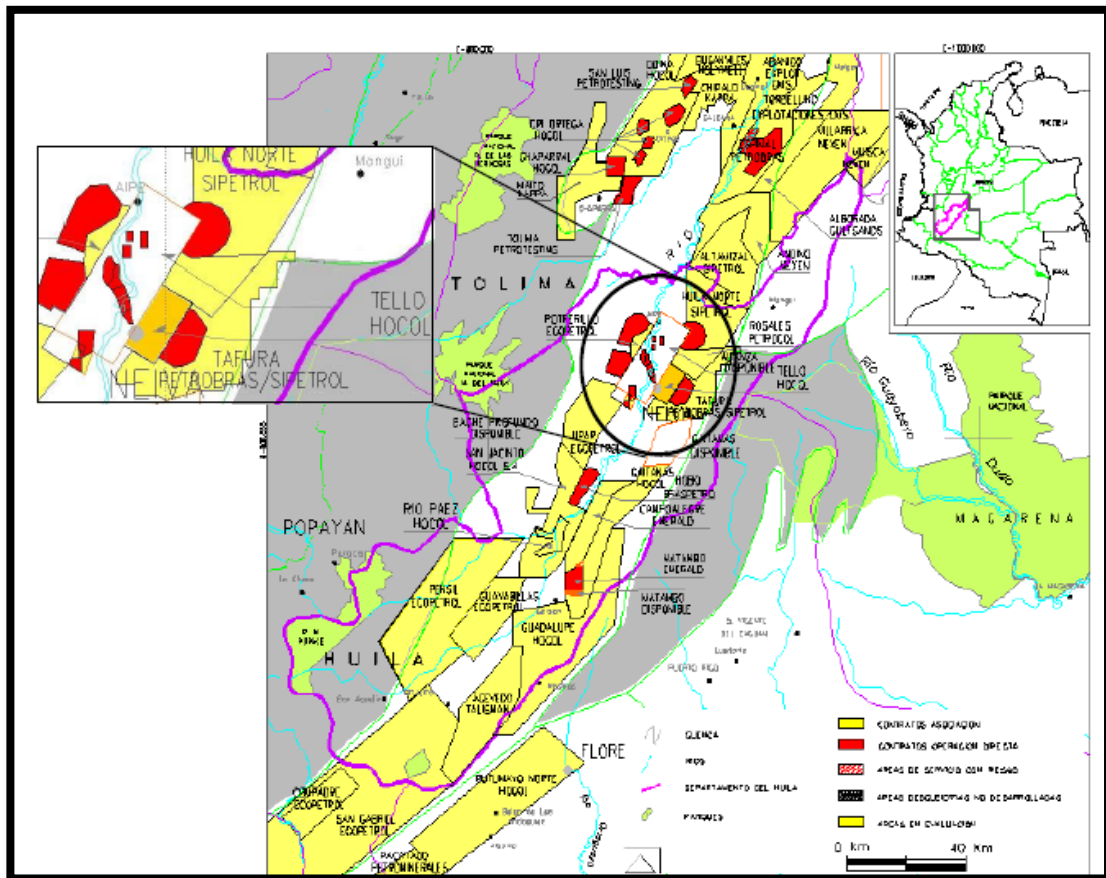


Figura 26. Localización del campo Tello.

6.5 INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL LIMON MUNICIPIO DE TELLO- ZONA 5

6.5.1 Localización Geográfica y Vías De Acceso Del La Finca El Limón

El indicio superficial, se encuentra ubicado en la Finca el Limón del municipio de Tello; específicamente en la zona nororiental de este municipio, en la cercanías de la quebrada el Limón; limitando de igual forma con la cuenca del río Villavieja a margen izquierda (aguas abajo); el cual fluye a 5 Km al este desde el punto donde se evidencio el indicio superficial. Cabe aclarar que en el punto registrado por la ANH; no se halló indicio alguno; por lo que las coordenadas no coincidían con el respectivo rezumadero.

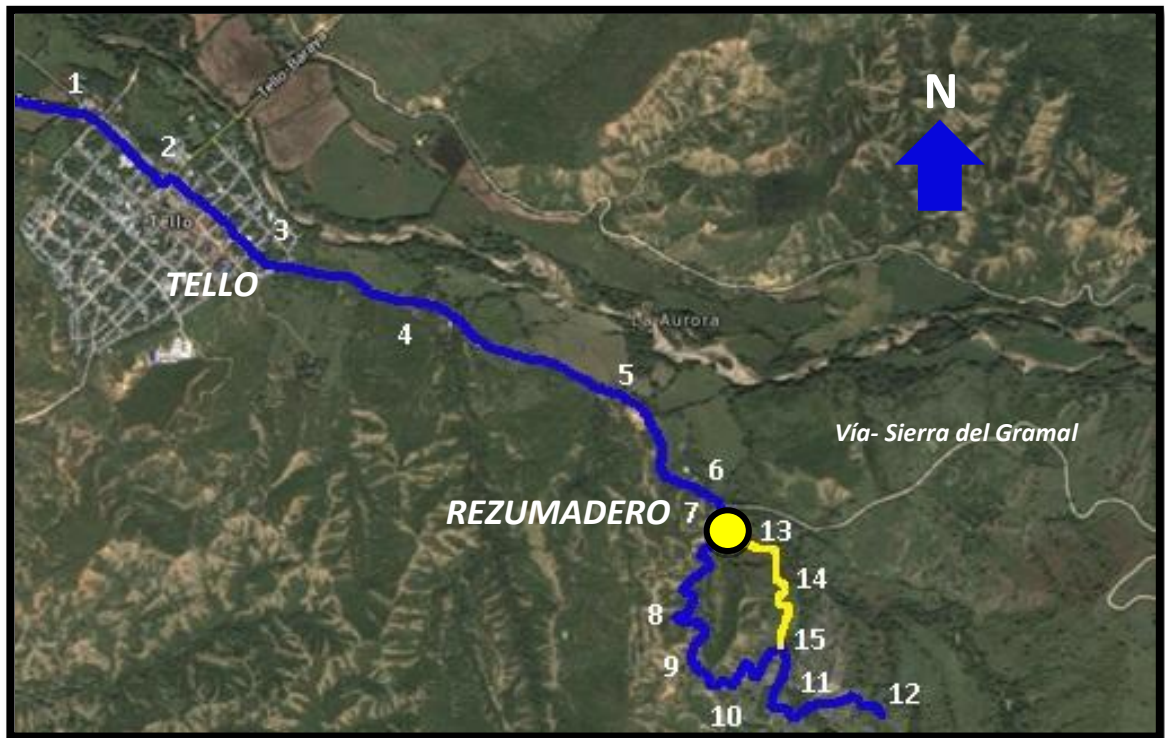


Figura 27. Vista satelital del track correspondiente al rezumadero de la finca El Limón, municipio de Tello. La línea amarilla da a conocer el track de la segunda visita de campo. Obtenida de Google Earth.

ZONA	FM/CIÓN	TIPO DE RE/ZDERO	ESTE	NORTE	MUNICIPIO	RE/ZDERO	GRUPO	PLANCHA
5	CENOZOICO INFERIOR	IRIDISCENCIA	862359,75	830215,81	TELLO	1	MINUS	324-I-C

Tabla 9. Verdaderas coordenadas del rezumadero encontrado.

Puntos	Este	Norte	Elevación (m)
001	862559	830791	497
002	861973	829125	552
003	864020	817209	472
004	862756	831182	489
005	862669	830345	482
006	862492	830388	490
007	862359	830215	495
008	862340	829960	499
009	862182	829661	517
010	862110	829524	518
011	862080	829457	520

012	862051	829298	515
013	861893	828953	559
014	862013	828563	546
015	862349	828555	522

Tabla 10. Coordenadas de las estaciones del track del recorrido de la Finca El Limón



Fotografía 33. Estanque de agua; construido como fuente de abastecimiento para consumo interno de la Finca zona donde se presenta la iridiscencia.

6.5.2 Geología General Del La Finca El Limón

- **Formación Neiva (Ngn)**

En el rezumadero 1 (Véase tabla 10). Afloran rocas de la base del grupo Huila, denominadas estratigráficamente de la formación Neiva y está conformada en el área de estudio por un paquete de conglomerados de color gris claro amarillentos, en capas de estratificación gruesa a media intercalados con capas de areniscas lodolitas y arcillolitas, localmente se observa una influencia de rocas piroclásticas de tipo ceniza y aglomerados volcánicos.

La morfología que presenta la formación Neiva en el área de estudio es de lomas subredondeadas, con drenajes dendríticos poco profundos y altamente erosionados, generando comúnmente fenómenos de remoción en masa como derrumbes y solifluxión.



Fotografía 34. Morfología de la formación Neiva. Municipio de Tello

6.5.3 Geología Estructural De La Finca El Limón

6.5.3.1 Fallas y Pliegues

Son las estructuras geológicamente más importantes y que inciden directamente en el entrapamiento de los hidrocarburos. Geológicamente se pueden determinar varios patrones de fallamiento asociados al área de trabajo.

6.5.3.2 Falla de Barayá

El área de influencia, del rezumadero se ve directamente afectada por esta falla inversa, ya que esta se encuentra a una distancia de 450 metros, del punto registrado; la falla de Baraya; coloca en contacto el rezumadero de la Finca el Limón; justo en el límite entre la Formación Villavieja; correspondiente a limolitas con intercalaciones de arenitas finas a medias con la Formación Villeta; permitiendo de esta manera que exista dismigración primaria a través del plano de Falla. No se cuenta con una Roca Sello, que restrinja el flujo de hidrocarburos hacia la superficie, en esta zona; ya que los enormes esfuerzos de compresión de la cordillera oriental, dieron origen a la falla inversa de Baraya; lo que permitido que la Roca sello se erosionara.

6.5.3.3 Fallas Menores

A lo largo del río Villavieja, se observaron gran número de pequeñas fallas inversas de despegue o estratiformes de carácter local que hacen repetir a la secuencia en gran número de ocasiones y que son omitidas en el balanceo de las secciones estratigráficas. Estas fallas van en buzan en dirección opuesta a la de Baraya; lo cual da a entender que están expuestas a esfuerzos compresivos que a su vez permitieron la formación del actual Sinclinal de Tivolí.

6.5.4 Caracterización del indico superficial de hidrocarburos finca el limón

El grupo de estudio logro alcanzar el punto registrado por la ANH, se evidencio la existencia de un indicio de Hidrocarburos; en el área de influencia. Se confirmó que la zona cumple con las condiciones de una provincia petrolífera, ya que se encontraron en un viejo arroyo, y a lo largo del camino diversas muestras rocosas de Calizas, pertenecientes a la Formación Villeta, y la trampa estratigráfica formada por la falla de Baraya.

El tipo de rezumadero encontrado es la iridiscencia encontrada en un arroyo que fluye sobre la Finca El Limón; el cual la abastece, para consumo interno. No se realizaron pruebas de laboratorio, al agua muestreada debido al no préstamo y diversas dificultades presentadas, por parte de los miembros encargados del mencionado laboratorio; sin embargo se puede observar a simple vista la existencia del rezumadero.



Fotografía 35. Iridiscencia sobre el arroyo de la Finca El Limón.

6.6 INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE TRES HERMANOS (MUNICIPIO DE NEIVA) ZONA-4

Para la zona 4 del sector de Tres hermanos, fue realizado un reconocimiento de campo, acompañado de un levantamiento geológico, del cual se tomaron las muestras necesarias para su interpretación en laboratorio de rocas. Cabe aclarar que para esta Zona no se evidenciaron indicios superficiales de hidrocarburos, por lo cual el “rezumadero” inventariado por la ANH, se denominara como punto; no obstante se desarrolló la misma metodología.

6.6.1 Localización Geográfica y Vías De Acceso Del Tres Hermanos

El indicio superficial, se encuentra ubicado en el sector de Tres Hermanos del municipio de Neiva; el área de estudio se encuentra localizada en la zona norte de este municipio, cercano a las instalaciones petroleras de Campo Dina; sobre la vía (45, Neiva-Bogotá) Km 11. De allí se puede acceder por un camino a pie, hasta la laguna de Tres Hermanos.

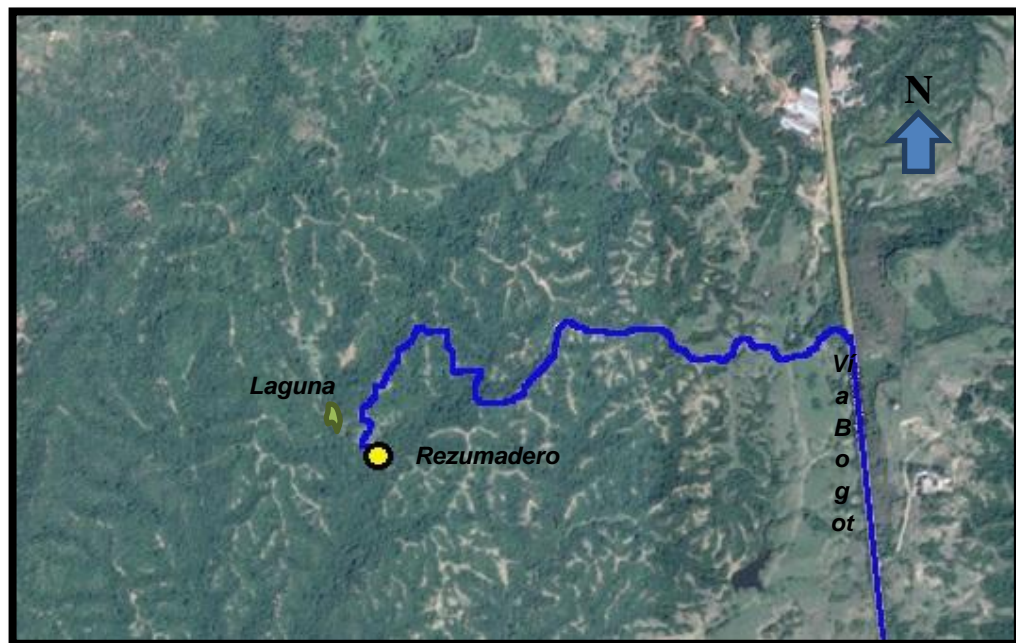


Figura 28. Track del punto de Tres Hermanos. Obtenido de Google Earth



Fotografía 36. Laguna de Tres Hermanos, ubicada a 100 metros del punto registrado.



Fotografía 37. Morfología de la formación Honda, a la altura del sitio de Tres Hermanos.

6.6.2 Geología General De Tres Hermanos

El sector de Tres Hermanos pertenece al Neógeno Medio a Superior; con la presencia de arenas grises y arcillas amarillentas abigarradas con intercalaciones de capas de areniscas polimícticas; de las formaciones Honda y Neiva.

En el área del punto registrado se encuentra sobre la formación Honda, caracterizándose por la presencia de arcilla de color rojizo a amarillo oscuro; compuesta por partículas de tamaño limo; intercalaciones de areniscas grauvacas de color gris, junto con algunos niveles de conglomerados; con fragmentos de tamaño guijas a guijarros; compuesta por rocas ígneas, en su mayoría, cuarzo y máficos. Se puede distinguir una marcada imbricación en la zona; dejada por una antigua quebrada.

6.6.3 Geología Estructural De Tres Hermanos

6.6.3.1 Fallas y Pliegues

Son las estructuras geológicamente más importantes y que inciden directamente en el entrapamiento de los hidrocarburos. Geológicamente no se lograron definir superficialmente fallas en el punto registrado, aunque cabe mencionar la importancia que ejerce la falla de Palogrande, sobre las formaciones Honda, y Monserrate.



Fotografía 38. Clara Imbricación en la zona de Tres Hermanos.

6.6.4 Caracterización Del Punto, Área De Tres Hermanos (Neiva)

El área de Tres Hermanos se caracteriza geológicamente por el afloramiento de rocas pertenecientes a la Formación Honda y Neiva; esta última ha sido expuesto

a un alto grado de erosión; debido al alto cauce de agua que fluía en dirección oeste-este durante la orogenia andina, este fue un factor que acompañado de algunos movimientos sísmicos y erosión por causas naturales; se conjugaron de manera que dieron los elementos propicios para que se formasen los monolitos que ahora se pueden observar; conformados por arenas grises polimícticas y arcillas amarillentas verdosas; dando a entender que no es posible evidenciar un rezumadero de hidrocarburos, por aflorar una roca Sello (Fm. Honda) y no contar con una trampa estratigráfica relativamente cercana al punto registrado por la ANH.

7. CONCLUSIONES

- Para el grupo MINUS, de los seis indicios superficiales asignados, de acuerdo a las coordenadas de la ANH, tan solo a uno se le identificaron trazas de hidrocarburos.
- El rezumadero de las Juntas, se considera como un séptimo indicio superficial encontrado en el área de Suaza, asignado posteriormente.
- El rezumadero de las Juntas, de acuerdo a las características geológicas y análisis de crudos se determina que provienen de un proceso de dismigración primaria (Formación Villeta) asociada al plano de una falla compresiva.
- El rezumadero las juntas se caracteriza por estar presente en una zona dúctil donde el hidrocarburo emerge constantemente, presenta un alto grado de biodegradación.
- En el rezumadero de las Juntas la relación de SAT/ARO tiene un valor de 1.81 y un CPI de 2.36; lo cual indica que la materia orgánica del rezumadero de las Juntas fue generada por shales siliciclásticos y no por rocas calcáreas.
- Los biomarcadores de madurez térmica como el índice de **C29** estéranos **20S/(20S+20R)**, **C29** estéranos $\beta\beta/(\alpha\alpha+\beta\beta)$; indican un amplio espectro de madurez térmica del crudo de las Juntas, lo cual muestra claramente el

desarrollo de la cocina de generación en este punto de la cuenca. Por lo anterior, los biomarcadores constituyen una herramienta valiosa en la exploración petrolera; ya que también permite inferir el medio ambiente de depósito de la materia orgánica y el tipo al cual esta pertenece.

Los parámetros derivados de la distribución de terpanos y estéranos, permiten la clasificación de las facies orgánicas del rezumadero las Juntas, como proveniente de materia orgánica de origen marino en un ambiente transicional. Los biomarcadores analizados dan a conocer que la materia orgánica de las Juntas estuvo expuesta a una relativamente alta madurez térmica.

- Los parámetros geoquímicos, derivados de los biomarcadores, indicativos de facies orgánicas y madurez son de gran utilidad en la evaluación de las muestras d hidrocarburos; ya que dan un contribuyen al crecimiento del conocimiento de los elementos geológicos que constituyen una provincia petrolífera.
- Cabe hacer hincapié en el hecho de comprender los efectos de fuente y madurez, así como los de biodegradación en las propiedades moleculares de los biomarcadores, ya que estas pueden ser afectadas por procesos diageneticos.
- El activo tectonismo presente en la zona de los puntos de la Sub Zona de Pajijí; fue causada debido a la circulación de fluidos de agua a altas temperaturas; afectando la composición mineral y química de las rocas; lo cual repercutió en que el Kerogeno excediera la temperatura en la ventana de conservación y preservación, evaporándose, hasta convertirse en gas termal. Esta teoría propuesta por el Geólogo Msc. Roberto Vargas Cuervo es necesaria llevarla a diversos estudios, para establecer su veracidad y por ende refutarla o aprobarla.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un muestreo de rocas generadora en pozos y/o afloramientos en la cuenca, para realizar los mismos análisis de los crudos de los rezumaderos a partir de extractos de roca, y de esta manera obtener los parámetros que permitan realizar correlaciones crudo-roca, para la definición cierta de los sistemas petrolíferos en la cuenca, y corroborar la posible presencia de un sistema petrolífero Cenozoico en la misma.
- Acudir al manejo de tecnologías geoespaciales, con la ayuda del IGAC, para la búsqueda y desarrollo de herramientas que permitan, detectar a través de telemetría, minerales en la superficie terrestre; de una manera eficiente que a su vez minimice riesgos físicos por factores sociales en regiones marginales.
- Realizar un análisis cromatografico de cada uno de los rezumaderos de la zona, para determinar su calidad y por ende su valor comercial.
- Realizar un estudio de aguas, para corroborar de manera certera la existencia de hidrocarburos en la Finca el Limón.
- Desarrollar estudios geomecanicos, de las zonas estudiadas, para determinar parámetros importantes, tales como las tensiones in-situ de las rocas y módulo de elasticidad.

BIBLIOGRAFIA

INGEOMINAS, 1999. Geología del Huila 2001, A. Núñez. Escala 1:100.000.

INGEOMINAS, 2003. Geología de las planchas 367 Gigante, 368 San Vicente del Caguán, 389 Timaná, 390 Puerto Rico, 391 Lusitania (parte noroccidental) y 414 El Doncello. Departamentos de Caquetá y Huila; Gabriel Rodríguez, Gilberto Zapata, Marta Edith Velásquez, Ubaldo Cossio y Ana Cristina Londoño Escala 1:100.000.

J. MONTERO y R. CORTÉS, 1.991. Colombia. Provincias Geomórficas de Amenaza de Deslizamientos. En SGC, 1993.

VARGAS CUERVO R. Estratigrafía del Jurásico de la Región Surcolombiana USCO. 2010.

VARGAS CUERVO R, LAMILLA GALINDO J. Reconocimiento Geológico de la cobertura Productiva de la Subcuenca de Neiva Huila Colombia Field Trip PETROMINERALES 2010.

VARGAS CUERVO R., Petrología sedimentaria (Texto Guía). Universidad Surcolombiana. 1998.

VARGAS CUERVO R., Geología Física para Ingenieros (Texto Guía). Universidad Surcolombiana. 1999.

VARGAS CUERVO R., POLANIA MARTINEZ M. Geología de la Zona Norte del Huila y el Desierto de la Tatacoa. Publicación especial Facultad de Ingeniería, Instituto de Ensayos e Investigaciones IDEI. Universidad Surcolombiana. Postgrado en Ambiental Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín. 1988.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC) Tecnologías geoespaciales al servicio del desarrollo territorial, COMISION COLOMBIANA DEL ESPACIO. Análisis geográficos No 49 pp1-189 2011; Bogotá, Colombia ISSN 01208551

Plan local de emergencia y contingencias-PLEC, Corporación Autónoma del Alto Magdalena CAM, Comité local para la Prevención y atención de desastres – CLOPAD, Timaná - Marzo 2011

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, Resolución (0810) 30 de Abril 2009, por el cual se modifica la resolución No 463 del 22 de Abril de 2003

Oilfield Review, 2011 Volumen 23, No2 Copyright © 2011 Schlumberger. (Modificado de Tissot et al). La geoquímica básica del petróleo para la evaluación de las rocas generadoras. McCarthy Kevin , Rojas Katherine; *Houston, Texas, EUA*; Niemann Martin, *Roissy-en-France, Francia*; Palmowski Daniel, *Aachen, Alemania*; Peters Mill Valley, *California, EUA*; Stankiewicz Artur, *Clamart, Francia*.

Software y Sitios Web

- Software ERDAS-IMAGINE 2015
- Geovisor de la ANH v2; Online.
- Software EarthExplorer USGS Science for changing of world. Recursos minerales On-line datos espaciales.
- GEOSOLUCIONES GOLDEN StraterSoftware 4.
- <http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/b/bitumen.aspx>