

ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE LA FORMACIÓN GIRÓN EN EL  
MACIZO DE FLORESTA, SECCIÓN SANTA ROSA DE VITERBO-TOBASÍA  
(BOYACÁ)

LEIDY CONSTANZA CORREDOR LARA  
MAYRA GISELLE MUÑOZ MARCIALES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA

2016

ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE LA FORMACIÓN GIRÓN EN EL  
MACIZO DE FLORESTA, SECCIÓN SANTA ROSA DE VITERBO-TOBASÍA  
(BOYACÁ)

LEIDY CONSTANZA CORREDOR LARA  
MAYRA GISELLE MUÑOZ MARCIALES

Tesis de grado para optar al título de Geólogo

Director  
JAIRO CLAVIJO TORRES

Codirector  
JAIBER LEONARDO VILLAMIZAR CACERES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA  
2016

*A Dios, a Mi familia, a Felipe y a mis Amigos, por su apoyo  
incondicional siempre.*

*Leidy*

*A mi Padre, mi ejemplo a seguir, mi héroe, a Dios y a mi gran  
Familia, gracias por tanto.*

*Mayra Mym*

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra Universidad, por convertirnos en lo que somos como personas y profesionales

Al profesor Jairo Clavijo, por depositar su confianza en nosotras y brindarnos su apoyo absoluto durante todo el proyecto, por sus consejos y su paciencia, eternamente agradecidas.

Al profesor Leonardo Villamizar, por brindarnos su apoyo y conocimiento durante el desarrollo del proyecto.

Al Laboratorio de Preparación de muestras geológicas de la Universidad Industrial de Santander.

Al Parque Tecnológico Guatiguará, en especial al laboratorio de Geoquímica del petróleo y al laboratorio de rayos X, por los análisis realizados.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	19
1. OBJETIVOS.....	20
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
<b>1.1.1 Objetivos Específicos</b> .....	20
2. GENERALIDADES .....	21
2.1 LOCALIZACIÓN.....	21
3. METODOLOGÍA .....	23
4. ANTECEDENTES.....	25
5. MARCO GEOLOGICO REGIONAL.....	27
6. ESTRATIGRAFÍA DEL AREA DE ESTUDIO .....	30
6.1 FORMACION TIBET .....	30
6.2 FORMACIÓN FLORESTA.....	31
6.3 FORMACIÓN CUCHE .....	32
6.4 FORMACIÓN GIRÓN.....	33
6.5 FORMACIÓN TIBASOSA .....	34
6.6 FORMACIÓN PLAENERS .....	35
7. DESCRIPCION DE LA SECCIÓN.....	38
7.1 FORMACIÓN CUCHE.....	40
7.2 FORMACIÓN GIRÓN.....	42
<b>7.2.1 Segmento uno: Conglomerados clasto y matriz soportados</b> .....	42
<b>7.2.2 Segmento dos: Intercalaciones de areniscas y lodolitas</b> .....	46
<b>7.2.3 Segmento tres: Lodolitas con capas gruesas de areniscas:</b> .....	51
<b>7.2.4 Segmento cuatro. Areniscas y lodolitas azul grisáceas</b> .....	58
7.3 FORMACIÓN TIBASOSA INFERIOR.....	66
8. PETROGRAFÍA .....	76
9. ANÁLISIS CARBONO ORGANICO TOTAL (TOC) .....	82
10. ANALISIS DIFRACCION Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X.....	83
11. DISTRIBUCIÓN DE PALEOCORRIENTES .....	87

12.	DESCRIPCIÓN DE FACIES .....	91
13.	<b>ASOCIACIÓN DE FACIES .....</b>	<b>107</b>
	<b>Asociación Uno .....</b>	<b>107</b>
	<b>Asociación Dos.....</b>	<b>107</b>
	<b>Asociación tres.....</b>	<b>107</b>
	<b>Asociación Cuatro .....</b>	<b>108</b>
	<b>Asociación Cinco .....</b>	<b>108</b>
	<b>Asociación Ocho .....</b>	<b>109</b>
	<b>Asociación Diez .....</b>	<b>109</b>
	Asociación de Facies Formación Tibasosa Inferior (Sic) .....	111
14.	ANÁLISIS PALEOAMBIENTAL.....	112
15.	DISCUSIÓN.....	114
16.	CONCLUSIONES .....	127
17.	RECOMENDACIONES .....	129
	BIBLIOGRAFIA.....	130

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio. Los puntos A y A´ representan la sección levantada. Tomado de google earth 2016. ....	21
Figura 2. Diagrama que ilustra la metodología del proyecto .....	22
Figura 3. Mapa de localización de la Cuenca Cordillera Oriental (GEOESTUDIOS, 2012).....	27
Figura 4. Mapa geológico generalizado y contexto estructural del área de estudio. Modificado del Atlas Geológico de Colombia, INGEOMINAS (1997) y De Freitas et al. (1997) en VELANDIA, 2005. ....	28
Figura 5. Estratigrafía del área de trabajo, Santa Rosa de Viterbo- Floresta. Tomado de ULLOA et al, 2001. ....	30
Figura 6. Cuadro Correlación Cordillera Oriental, Llanos Orientales y Cuenca del Valle Medio del Magdalena. Tomado y modificado de (SARMIENTO, 2001). ....	37
Figura 7. Columna generalizada de la Formación Girón, Sección Santa Rosa de Viterbo – Tobasía. Ver anexo 1: Columna detallada escala 1:100. ....	39
Figura 8. Contacto inferior neto e irregular de la formación Cucho con la Formación Girón. Vereda Chorrera Alta. Km 6 Vía Santa Rosa de Viterbo-Tobasía.....	40
Figura 9. Formación Cucho, Segmento uno, Intervalo A. ....	41
Figura 10. Formación Cucho, Segmento uno, Intervalo B. ....	42
Figura 11. Formación Girón. Segmento uno, conglomerados clastosoportados. Vereda Chorrera alta. Km 6 Via Santa Rosa de Viterbo-Tobasía.....	43
Figura 12. Formación Girón, Segmento uno, Intervalo A. ....	44
Figura 13. , Formación Girón, Segmento uno, Intervalo B.....	45
Figura 14. Formación Girón, Segmento uno, Intervalo C.....	45
Figura 15. Formación Girón, Segmento uno, Intervalo D.....	46
Figura 16. Segmento dos. Intercalación de areniscas con lodolitas masivas. Km 5+ 800. Vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía. ....	47
Figura 17. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo A. ....	47

Figura 18. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo B. ....	48
Figura 19. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo C. ....	49
Figura 20. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo D. ....	49
Figura 21. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo E. ....	50
Figura 22. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo F. ....	50
Figura 23. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo G. ....	51
Figura 24. Relaciones laterales de las unidades litoestratigráficas del segmento tres y buzamiento de las capas visto de diferentes ángulos dependiendo del corte de la carretera. ....	52
Figura 25. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo A. ....	53
Figura 26. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo B. ....	53
Figura 27. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo C. ....	54
Figura 28. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo D. ....	54
Figura 29. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo E. ....	55
Figura 30. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo E. ....	55
Figura 31. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo G. ....	56
Figura 32. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo H. ....	57
Figura 33. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo I. ....	57
Figura 34. Segmento cuatro. Lodolitas y areniscas azul grisáceo. Km 5 + 400 Vía Santa Rosa de Viterbo – Tobasía. ....	59
Figura 35. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo A. ....	60
Figura 36. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo B. ....	61
Figura 37. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo C. ....	62
Figura 38. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo D. ....	62
Figura 39. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo E. ....	63
Figura 40. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo F. ....	64
Figura 41. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo G. ....	65
Figura 42. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo H. ....	65

Figura 43. Afloramiento de la Formación Tibasosa Inferior (Sic) ubicado en el Km 5+300 de la vía que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía, margen izquierdo. .....	67
Figura 44. Formación Tibasosa, Segmento uno, Intervalo A. ....	68
Figura 45. Formación Tibasosa, Segmento uno, Intervalo B. ....	69
Figura 46. Formación Tibasosa, Segmento uno, Intervalo C. ....	69
Figura 47. Formación Tibasosa, Segmento uno, Intervalo D. ....	70
Figura 48. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo A. ....	71
Figura 49. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo B. ....	72
Figura 50. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo C. ....	73
Figura 51. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo D. ....	73
Figura 52. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo E. ....	74
Figura 53. Formación Tibasosa, Segmento tres, Intervalo A. ....	75
Figura 54. Sección delgada de Conglomerado correspondiente al Segmento Uno de la Formación Girón. Intervalo B. Bastón 19. ....	77
Figura 55. Sección delgada de arenisca de grano fino. Segmento 2, de la Formación Girón. Intervalo E. Bastón 34. ....	78
Figura 56. Sección delgada Arenisca Conglomerática. Parte media del Segmento 3, de la Formación Girón. Intervalo D. Bastón 52. ....	79
Figura 57. Sección delgada arenisca ligeramente lodosa. Base del segmento 4, de la Formación Girón. Intervalo B. Bastón 70. ....	80
Figura 58. Sección delgada Arenisca Conglomerática, base de la Formación Tibasosa. Intervalo I. Bastón 90. ....	81
Figura 59. Resultado de análisis Carbono Total (TOC). Para la muestra lodolita (LM-B98-1) Y Lodolita Arenosa (LM-B98-2). De la Formación Tibasosa inferior (Sic), segmento Dos, intervalo A. ....	82
Figura 60. Datos ploteados para cada flanco de la artesa y posteriormente corregidos en el Stereonet para determinar la dirección de la corriente .....	87
Figura 61. Diagrama de polos para D1. Los puntos verdes representan el flanco izquierdo y los puntos rojos el flanco derecho de la artesa. ....	89

Figura 62. Diagrama roseta para la artesa D1. La dirección principal está dada por la flecha de color rojo (SE).....	89
Figura 63. Diagrama de polos para D2. Los puntos verde oscuro representan el flanco izquierdo y los verde claro el flanco derecho de la artesa. ....	90
Figura 64. Diagrama roseta para la artesa D2. La dirección principal está dada por la flecha de color rojo (SE).....	90
Figura 65. Conglomerados clastosoportados con gradación normal (Gcn). Base del segmento uno, Formación Girón. Km 6, vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía. ....	92
Figura 66. Conglomerados clastosoportados con gradación inversa. Formación Girón. Segmento uno. Km 6, vía Santa Rosa de Vitrebo- Tobasía.....	93
Figura 67. Conglomerados clastosoportados masivos. Segmento uno, Formación Girón. Km 6, vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía. ....	94
Figura 68. Capa de arenisca conglomerática masiva, Segmento Cuatro, Bastón 65.Km 5+400, Vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía. ....	95
Figura 69. Facies arenisca conglomerática granodecreciente asociada a Facies de Areniscas masivas (Sm) del Segmento Cuatro, bastón 74. Km 5+ 350, via Santa Rosa de Viterbo- Tobasía. ....	96
Figura 70. Facies Areniscas granodecrecientes (Sg), intercaladas con lodolitas bioturbadas (Fr) y lodolitas Masivas (Fm), techo del Segmento tres, bastón 64. Km 5+ 650. Via Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.....	97
Figura 71. Relación entre las Facies Areniscas granocrecientes (Sgi) y las facies Lodolitas Masivas (Fm) del segmento Dos, Bastón 51. Km 750, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.....	98
Figura 72. Bastón 78 a 80 se puede identificar las facies Areniscas masivas (Sm) presentes en el segmento cuatro de la Formación Girón, intercaladas con facies de Lodolitas masivas (Fm). Km 5+ 300 de la vía que conduce de Santa Rosa de Viterbo- Tobasía. ....	99
Figura 73. Areniscas con Laminación plano paralela, bastón 56, Segmento 3, intervalo G de la Formación Girón. Km 5+ 650 de la vía que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.....	100

Figura 74. Arenisca con estratificación cruzada en artesa, capa del techo del segmento 3 de la Formación Girón, intervalo I, bastón 63. Km 5+ 630, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía. ....	101
Figura 75. Estratificación cruzada plana de una capa del segmento 3, intervalo A, de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Km 5+ 100, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.....	102
Figura 76. Facies Areniscas ligeramente lodosas sin estratificación visible encontradas en el segmento Cuatro, Bastón 81. Km 5 + 350, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.....	103
Figura 77. Techo Segmento Cuatro de la Formación Girón, intervalo C. Facies lodolitas bioturbadas se pueden reconocer las raíces presentes en la capa de lodolita. Bastón 63. Km 5+ 400, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía. ....	104
Figura 78. Facies de Arcillolita con laminación plano paralela (FI) en la Formación Tibasosa Inferior (Sic), segmento 1, intervalo D, Bastón 10. Km 5+ 100, de la vía que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.....	105
Figura 79. Facies lodolitas masivas. Segmento dos de la Formación Girón, intervalo F. Km 5 + 700, vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía. ....	106
Figura 80. Esquema de interpretación del modelo ambiental de la Formación Girón y la Formación Tibasosa Inferior (Sic). ....	113
Figura 81. Columna estratigráfica tipo del Grupo Girón. Cediell 1968.....	115
Figura 82. Secciones generalizadas descritas por López y Mesa, 1997 para Nobsa (Izquierda) y Quebrada El Manglar, Municipio de Corrales (derecha)-flancos NE Y SW respectivamente, de un sinclinal. ....	117
Figura 83. Segmento conglomerático de la Formación Girón en la sección Nobsa. Km 1 Cabecera Municipal de Nobsa a Vereda Guaquira. ....	117
Figura 84. Segmento conglomerático Formación Girón, sección Nobsa. Km 1 Cabecera Municipal de Nobsa a Vereda Guaquira.....	118
Figura 85 Comparación del Segmento Uno de la Formación Tibasosa Inferior (Sic), elaborada por las autoras del presente trabajo (Izquierda) y la parte media del Segmento Uno de la Formación los Santos (LAVERDE & CLAVIJO, 1985) .....	122

Figura 86 Comparación del Segmento dos de la Formación Tibasosa inferior (Sic), descrita por las autoras (Izquierda) y la parte media del Segmento dos de la Formación los Santos descrita por (LAVERDE & CLAVIJO, 1985)(Derecha) .....	124
Figura 87 Comparación del Segmento Tres de la Formación Tibasosa Inferior (Sic), descrita en el presente trabajo (Izquierda) , con la parte inferior de la Formación los Santos descrita por (LAVERDE & CLAVIJO, 1985) (Derecha) .....	125

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Resultado de Dirección de Rayos X. Se reconocen las fases cristalinas identificadas en la muestra LM-B98-1. Tomada del Intervalo A, del segmento dos de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Bastón 98. ....	84
Tabla 2. Resultado de fluorescencia de RX. Muestra LM-B98-1. Tomada en la Base del intervalo A, del segmento A, de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Bastón 98.....	84
Tabla 3. Resultado de Difracción de Rayos X. Se reconocen las fases cristalinas identificadas en la muestra LM-B98-2. Tomada en el Intervalo A, del Segmento 2, de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Bastón 98. ....	85
Tabla 4. Resultado por fluorescencia de RX. Muestra LM-B98-2. Tomada del intervalo del segmento 2 de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Bastón 98. ....	85
Tabla 5. Distribución de paleocorrientes para la capa del segmento 3, intervalo I de la formación Girón y la capa del segmento 1, intervalo C de la Formación Tibasosa Inferior. ....	88
Tabla 6. Asociación de Facies y Subambientes, para la Formación Girón.....	110
Tabla 7 Asociación de Facies y subambientes de la Formación Tibasosa.....	111

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A. Columna Estratigráfica escala 1:100

ANEXO B. Catálogo de fotos

ANEXO C. Catálogo de muestras

ANEXO D. Poligonal

ANEXO E. Reporte de resultados análisis Carbono Total (TC)

ANEXO F. Análisis Difracción de Rayos X

ANEXO G. Análisis Fluorescencia de Rayos X

**NOTA: LOS ANEXOS DE ESTE PROYECTO PUEDEN CONSULTARSE EN  
BIBLIOTECA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – SALA BASE DE  
DATOS**

## RESUMEN

**TÍTULO:** ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE LA FORMACION GIRÓN EN EL MACIZO DE FLORESTA, SECCIÓN SANTA ROSA DE VITERBO – TOBASÍA. (BOYACÁ)\*

**AUTORES:** CORREDOR LARA, LEIDY CONSTANZA  
MUÑOZ MARCIALES, MAYRA GISELLE\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Formación Girón, Estructuras sedimentarias, Facies, Asociación de facies, Ambiente fluvial.

### DESCRIPCIÓN:

Análisis sedimentológico y estratigráfico de la Formación Girón la cual midió 246,15 m incluyendo los intervalos cubiertos, en el Macizo de Floresta en el Km 5 a 6 de la vía que conduce a Tobasía desde el Municipio de Santa Rosa de Viterbo (Boyacá)

Se elaboró una columna estratigráfica a escala 1:100 de la sección y de acuerdo con los parámetros litológicos se ha dividido de base a techo en cuatro segmentos: Segmento uno constituido por conglomerados líticos clastosoportados color rojo violeta, el segmento dos que corresponde a una intercalación de areniscas y lodolitas color rojo grisáceo; lodolitas con capas gruesas de geometría cuneiforme de arenisca hacen parte del segmento tres y en el segmento cuatro se tienen lodolitas y areniscas color azul grisáceo. La Formación Girón suprayace en discontinuidad estratigráfica (discordancia angular) a la Formación Cucho e infrayace en continuidad a la Formación Tibasosa inferior (Sic) dividida en tres segmentos, el primero predominantemente arenoso con escasas capas delgadas de lodolitas, el segundo segmento es una alternancia de areniscas con arcillolitas y el tercero Arenoso que varía de tamaño fino a medio.

El modelo sedimentario interpretado gracias a las facies y la asociación de facies encontradas, está relacionado con un ambiente fluvial el cual varía de trezado para el segmento uno a meandriforme para los demás segmentos de la Formación Girón y el segmento uno de la Formación Tibasosa Inferior (Sic), los otros dos segmentos fueron depositados en un ambiente transicional específicamente llanura deltaica. Las direcciones de paleocorrientes obtenidas son Sureste para las capas medidas.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de ingenierías fisicoquímicas, Escuela de Geología UIS. Director: Jairo Clavijo Torres.

## ABSTRACT

**TITLE:** STRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY OF GIRÓN FORMATION IN THE FLORESTA MASSIF. SANTA ROSA DE VITERBO – TOBASÍA SECTION. (BOYACÁ)\*

**AUTHORS:** CORREDOR LARA, Leidy Constanza  
MUÑOZ MARCIALES, Mayra Giselle\*\*

**KEYWORDS.** Giron Formation, Sedimentary structures, Facies, Facies assemblage, Fluvial Environment.

### DESCRIPTION:

Sedimentological and stratigraphic analysis of Giron Formation which measured 246.15 m including intervals covered, in the Floresta Massif at Km 5 to 6 of the road that leads from Santa Rosa de Viterbo to Tobasía (Boyacá).

A stratigraphic column it was drawn to a scale 1:100, and in accordance with the lithological parameters has been divided from base to top in four segments: Segment One consists of lithic clast supported conglomerates violet red color, Segment two corresponds to an intercalation of sandstones and mudstones grayish red color; mudstones with thick layers of sandstone has cuneiform geometry belong to Segment three. Segment four is constituted by mudstones and sandstones gray-blue color. Giron Formation overlies in stratigraphic discontinuity (unconformity) to Cuche Formation and infrayace in continuity to the lower member of Tibasosa Formation, it is divided in three segments, Segment one is predominantly sandy with few thin layers of mudstone, the second segment is an alternation of claystones and sandstones and third one is sandy ranging from fine to medium.

Sedimentary model interpreted by Facies and Facies assemblage found, is related to a fluvial environment which varies from braided river for the segment one to meander river for other segments of the Giron Formation and the segment one of lower member of Tibasosa Formation, the other two segments were deposited in a transitional environment specifically deltaic plain. Paleocurrent direction obtained are southeast for measures layers.

---

\* Final Proyect

\*\* Faculty of Physic-Chemical Engineering. Geology School. Director: Jairo Clavijo Torres.

## INTRODUCCIÓN

La Formación Girón es una unidad clástica, compuesto por una alternancia de areniscas, lodolitas rojas y minoritariamente conglomerados.

El presente trabajo de investigación se centra en un estudio estratigráfico y sedimentológico detallado de la Formación Girón y de la Formación Tibasosa Inferior expuestas en la vía Santa Rosa de Viterbo-Tobasía, Departamento de Boyacá.

Con base a las observaciones de campo, descripciones y los análisis posteriores se elaboró un modelo de facies, el modelo sedimentario que integra las facies descritas está relacionado con ambientes un ambiente fluvial de ríos que van desde tipo Trenzado evolucionando a meandriforme incluyendo un ambiente transicional para la parte Inferior de la Formación Tibasosa.

Una comparación con la sección tipo (Rio Lebrija) nos permitió establecer una propuesta de nomenclatura estratigráfica para el área de trabajo.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar el levantamiento estratigráfico y análisis facial de la Formación Girón en el Macizo de Floresta, sección Santa Rosa de Viterbo-Tobasía.

#### **1.1.1 Objetivos Específicos**

- Levantar la sección estratigráfica de la Formación Girón a escala 1:100 sobre la Vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.
- Realizar un muestreo sistemático de la unidad, proporcional a la escala de levantamiento.
- Elaborar algunas secciones delgadas para precisar la composición de las rocas involucradas.
- Reconocer las diferentes litofacies y biofacies presentes en la unidad y las estructuras sedimentarias para reconstruir las condiciones paleoambientales de la Formación Girón.
- Elaborar una propuesta de nomenclatura estratigráfica en el área de trabajo.

## 2. GENERALIDADES

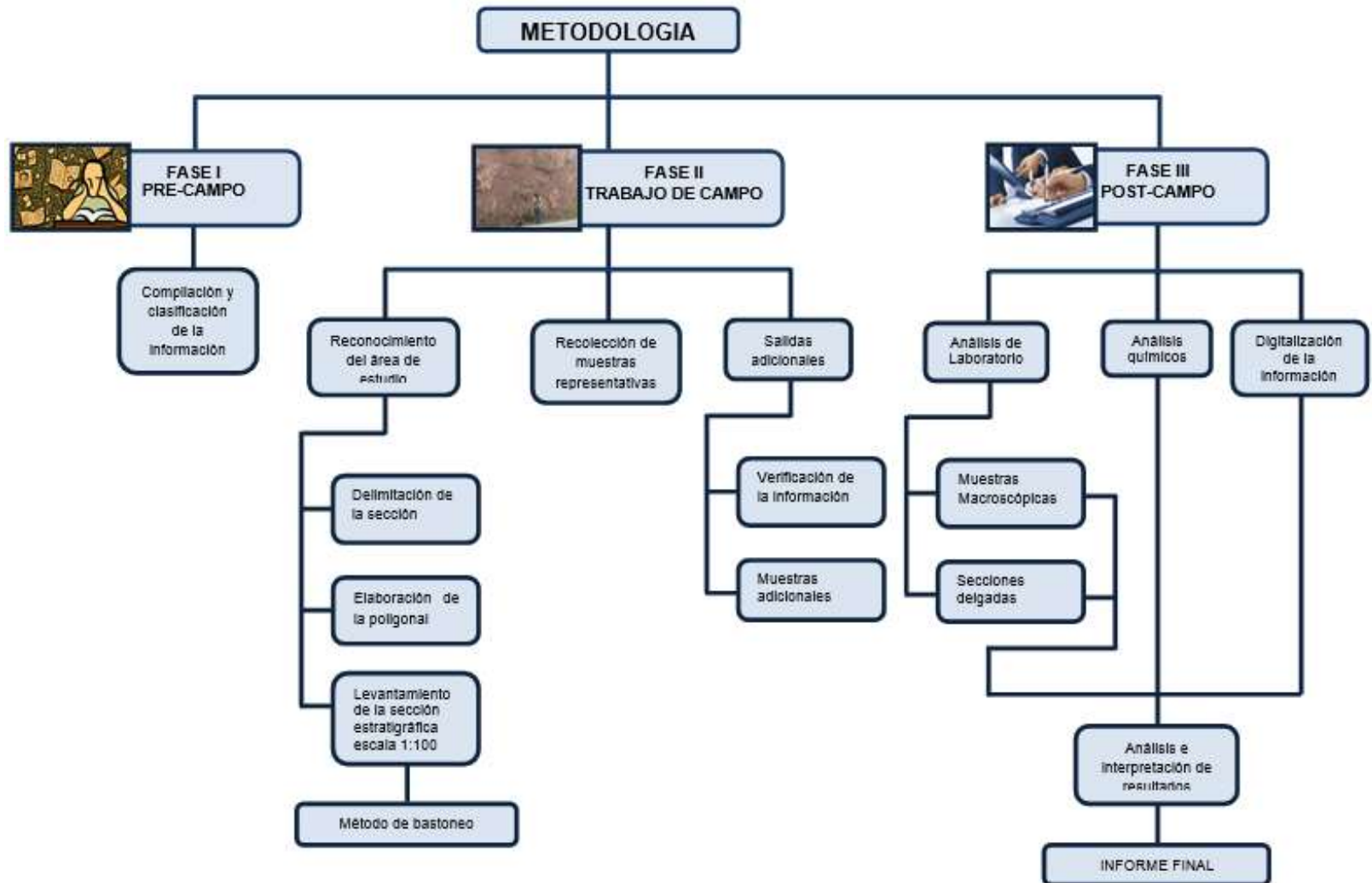
### 2.1 LOCALIZACIÓN

La sección descrita hace parte del macizo de Floresta, y se localiza en la vereda Chorrera alta, en el Km 5 y 6 de la carretera que conduce al corregimiento de Tobasía desde el municipio de Santa Rosa de Viterbo en el departamento de Boyacá. La sección estratigráfica de la Formación Girón en esta zona está comprendida dentro de las coordenadas geográficas N: 1°140.350 E: 1°123.737 y N: 1°139.952 E: 1°123.034 (Ver figura 1)

Figura 1. Localización del área de estudio. Los puntos A y A' representan la sección levantada. Tomado de google earth 2016.



Figura 2. Diagrama que ilustra la metodología del proyecto



### 3. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos propuestos, se efectuó, inicialmente una fase de recopilación y clasificación de información secundaria de la zona de estudio como libros, artículos, boletines geológicos, revistas, proyectos, informes geológicos además de mapas geológicos.

Las labores de campo incluyen un reconocimiento previo de la sección, la elaboración de la poligonal y levantamiento de la sección estratigráfica a escala 1:100, por el método de bastoneo, recolección de muestras representativas y toma de fotografías.

La orientación de las capas se realizó por el sistema de cuadrantes midiendo el rumbo y buzamiento de la capa ejemplo: (N 45 W / 40 SW).

Como indicador de las paleocorrientes se utilizó el método de (DeCELLES *et al* 1983) el cual consiste en la medición de varios puntos (entre 8 y 10) en ambos flancos de la artesa de una misma capa, con el fin de determinar la dirección de la paleocorriente utilizando el stereonet.

Con respecto al análisis sedimentológico y composicional de las muestras se tomó como guía el manual de laboratorio para descripción de rocas sedimentarias de (CRUZ y CABALLERO, 2007), la clasificación composicional se hizo utilizando los diagramas de clasificación de (FOLK, 1974).

Se elaboraron cinco secciones delgadas para corroborar la litología de algunas muestras con un análisis petrográfico detallado las cuales se prepararon en el laboratorio de muestras de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander haciendo un conteo en cada lámina de 300 puntos.

Para definir las facies se tomaron en cuenta los rasgos observables en las diferentes capas, como estructuras sedimentarias, presencia o no de bioturbación, espesor, color, textura y geometría. Esta asociación se hizo con base en la clasificación de (MIALL, 1996). El análisis de asociación de facies nos permitió interpretar el ambiente de depositación de la Formación Girón.

El trabajo culmina con un informe final el cual incluye toda la información registrada en campo y los resultados obtenidos a partir del análisis de dicha información.

#### 4. ANTECEDENTES

Las primeras descripciones geológicas en Colombia de las rocas de la Formación Girón fueron hechas por (HETTNER, 1982), quien en las cercanías de Girón y Zapatoca observó unas capas de areniscas y arcillolitas rojas a las que denominó estratos de Girón. Descripciones como las de (JULIVERT, 1958) constituyen la base de la estratigrafía del Girón en la columna dibujada por (NAVAS, 1963), aunque estos análisis litoestratigráficos son inexactos ya que no se ajustan a las observaciones reales de campo, en (CEDIEL, 1968).

La Formación Girón es reestudiada en su localidad tipo por (CEDIEL, 1968), dividiéndola en siete conjuntos litológicos, además la asciende a la categoría de Grupo al incluir un octavo conjunto que corresponde a la Formación Los Santos, en (PULIDO *et al*, 1986)

Durante el desarrollo del Proyecto Cretácico, (LAVERDE y CLAVIJO, 1985) mencionan que la Formación Los Santos reposa aparentemente en contacto concordante sobre la Formación Girón en la sección estratigráfica “Tu y Yo”, y se reafirmó por un estudio hidrogeológico más reciente realizado en la Mesa de los Santos en donde se determinó que la Formación Girón se encuentra en contacto concordante con la suprayacente Formación Los Santos (Pinto, J., et al., 2008) (BLANCO y RINCON, A, 2014)

Quienes extienden el nombre de Girón al Macizo de Floresta fueron (OLSSON y CASTER, 1939) para designar una serie de capas rojas que afloran por debajo del Cretácico. (GEOESTUDIOS, 2006)

Estudios posteriores de (BOTERO, 1950), (CEDIEL, 1968), (REYES, 1984), en (AYALA, 2005) hacen una descripción general de la Formación Girón en el Macizo de Floresta.

En trabajos más detallados como (LÓPEZ y MESA, 1997) la Formación Girón se describe como una sucesión que reposa en discordancia angular y contacto erosivo sobre las unidades del Paleozoico. El límite entre las formaciones Girón y Tibasosa diverge según el autor y el área de estudio, (CEDIEL, 1976) sugiere una relación discordante entre estas; sin embargo, (LÓPEZ y MESA, 1997) mencionan una relación concordante en la parte sur del macizo.

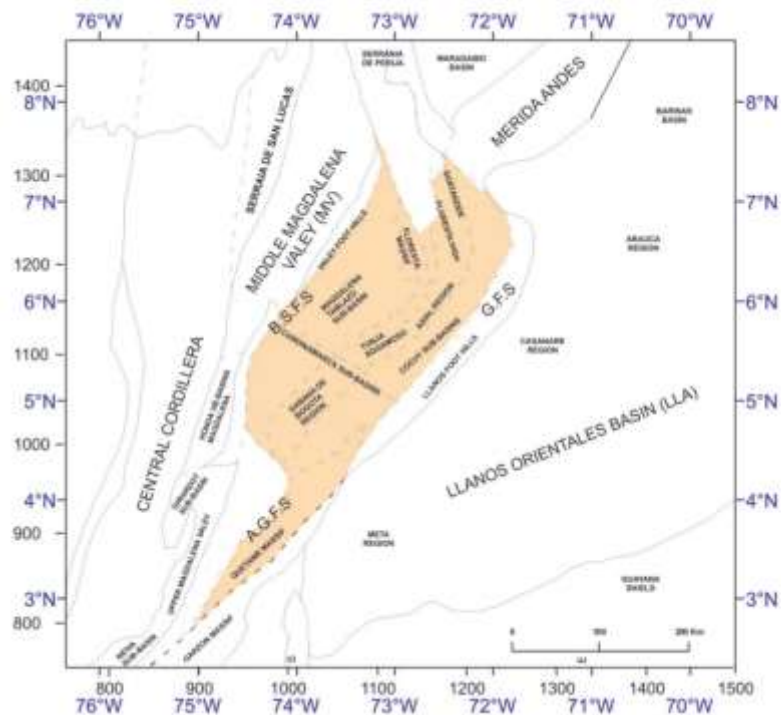
(KAMMER, 1996) refiere que en el borde Oriental del Macizo de Floresta el conjunto paleozoico esta seguido por una unidad de capas rojas que se ha correlacionado tradicionalmente con la Formación Girón y el contacto con los sedimentos del Cretácico Inferior apuntan a un contacto discordante, en estas capas rojas se reportan manifestaciones de una actividad ígnea ácida, estas características cuestionan su correlación con la Formación Girón que no presenta depósitos piroclásticos.

Acerca de la edad de la Formación Girón existe aún muchos interrogantes, (CEDIEL, 1968) le asigna una edad Triásico – Jurásico, (WARD, 1973) la considera Jurásica Media – Superior, (RABE, 1974) le atribuye una edad de Jurásico Superior, en (PULIDO *et al*, 1986). En la sección descrita no se hallaron evidencias fósiles confiables ni registros que permitan definir con exactitud esta edad, por su posición estratigráfica se propone una edad de Jurásico Superior ya que infrayace a la Formación Tibasosa del Cretácico Inferior (Valanginiano - Albiano).

## 5. MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La Cuenca Cordillera Oriental es la ramificación oriental de los Andes Colombianos. Está limitada al Oeste por la Cuenca del Valle Medio del Magdalena, y al Este por la Cuenca de los Llanos Orientales. (GEOESTUDIOS, 2012) (Ver Figura 3).

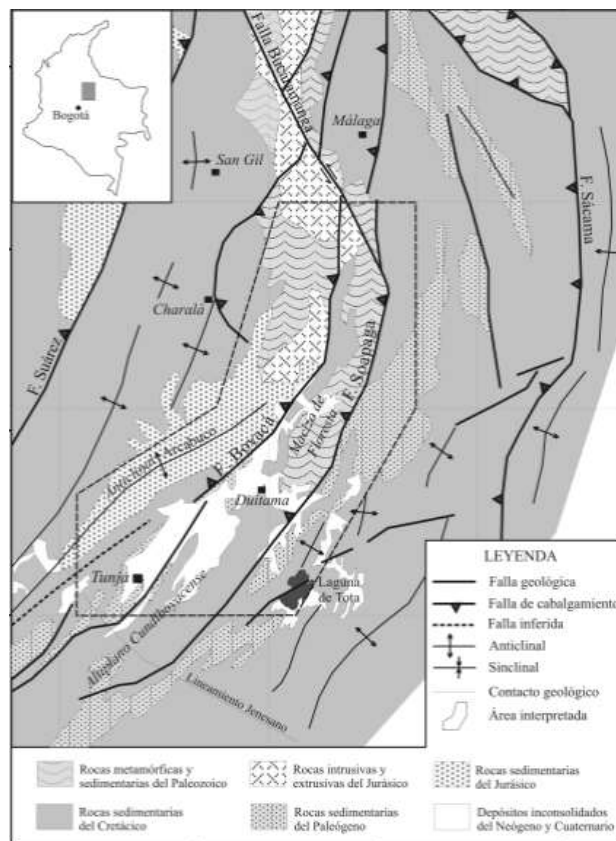
Figura 3. Mapa de localización de la Cuenca Cordillera Oriental (GEOESTUDIOS, 2012)



Por sus características geográficas, geológicas y estructurales, la cordillera ha sido dividida en las siguientes subregiones de norte a sur: Serranía de Perijá, Cuenca del Catatumbo, Macizo de Santander-Floresta, Cuenca de Cundinamarca-Boyacá, Macizo de Quetame, Serranía de la Macarena, Macizo de Garzón y Cuenca del Putumayo.(MAYA et al 2004).

El Macizo de Floresta constituye un anticlinorio que se emplaza en el sector central de la Cordillera Oriental, en el departamento de Boyacá; esta estructura se presenta en forma alargada, en dirección dada por sus límites longitudinales que corresponden a las fallas inversas de Boyacá y Soapaga, subparalelas entre sí con rumbo NNE-SSW. (Ver figura 4)

Figura 4. Mapa geológico generalizado y contexto estructural del área de estudio. Modificado del Atlas Geológico de Colombia, INGEOMINAS (1997) y De Freitas et al. (1997) en VELANDIA, 2005.



El núcleo del macizo, está constituido por rocas metamórficas referidas a la Formación Silgara, y granitos de  $471 \pm 22$  Ma. (INGEOMINAS, 1986). Sobre este complejo ígneo-metamórfico se depositan, luego de una discordancia, rocas marinas y continentales paleozoicas, correspondientes a las formaciones El Tíbet,

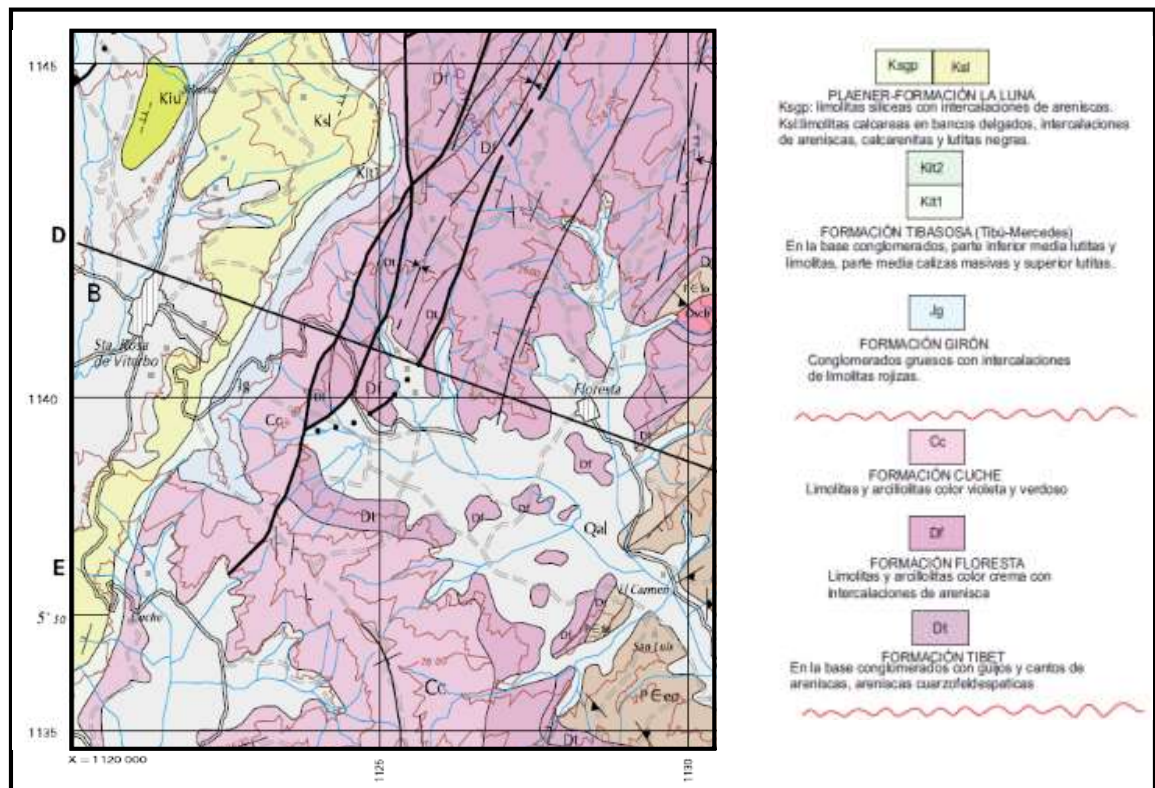
Floresta y Cuche, que, de acuerdo con datos disponibles, extienden sus edades desde el Devónico Inferior Tardío hasta el Devónico Superior Temprano, como lo han establecido (CARTER, 1939), (ROYO y GÓMEZ, 1942), (MORALES, 1965), (MOJICA y VILLARROEL, 1984), (BARRET, 1988), (GROSSER y PROSSL, 1994) en (JANVIER y VILLARROEL, 1988).

A la secuencia paleozoica, así como al complejo ígneo-metamórfico, se sobrepone con discordancia angular, la Formación Girón, por conglomerados e intercalaciones de areniscas continentales y lodolitas rojo-violáceas, La secuencia cretácica, junto a la terciaria (de edad Paleógeno), aflora a ambos lados del núcleo cristalino-paleozoico, y está afectada por dos grandes fallas: Boyacá, al NW, y Soapaga, al SE, que delimitan el Macizo de Floresta (MOJICA y VILLARROEL, 1988).

## 6. ESTRATIGRAFÍA DEL AREA DE ESTUDIO

De acuerdo a la Cartografía Geológica del Departamento de Boyacá (ULLOA *et al.*, 2001) se describen las unidades que afloran en el área de estudio (Ver figura 5)

Figura 5. Estratigrafía del área de trabajo, Santa Rosa de Viterbo- Floresta. Tomado de ULLOA *et al.*, 2001.



### 6.1 FORMACION TIBET

**Edad:** Devónico Inferior? – Medio (MOJICA y VILLARROEL, 1984)

Afloramientos: sedimentos expuestos en el Alto El Tíbet, 10 km. al norte de Floresta.

Descripción Litológica: constituye la unidad más baja del Paleozoico sedimentario, y se compone de un 80% de areniscas caoliníticas, blancas a amarillentas, de grano grueso a conglomeráticas, en general de pobre selección: un 20% corresponde a intercalaciones (capas y bancos) de limolitas terrosas, grises y amarillentas. En todo el conjunto la estratificación es ondulosa, a veces muy tortuosa. Localmente (Vereda Homo y Vivas, parte baja), en la base de la Formación. El Tíbet se encuentra un paquete, de hasta 30 m, de espesor, integrado por limolitas y arcillolitas compactas, ocre a beige, que contienen restos carbonizados e indeterminables de plantas. (MOJICA y VILLARROEL, 1984)

Espesor: muy variable entre 250 m y 500 m. Al occidente de Otengá, el espesor en este sector oscila entre 420 m y 450 m. En El Cerro del Tíbet, el espesor, -sin incluir su base que no se observa en el área-, puede ser mayor a los 400 m, cálculo que se obtuvo con base en los cortes geológicos (RODRIGUEZ y SOLANO, 2000)

## **6.2 FORMACIÓN FLORESTA**

*Edad:* Devónico medio según (CASTER, 1939), (ROYO Y GÓMEZ, 1942) y (MORALES, 1965) en (RODRÍGUEZ y SOLANO, 2000)

*Afloramientos:* La Formación Floresta en la plancha 172 - Paz del Río, aflora en un área aproximada de 60 km<sup>2</sup>.

*Descripción litológica:* La litología esta denominada en un 90% por arcillolitas y limolitas laminadas y sedosas, micáceas, de tonos ocre a beige, aunque en ciertos lugares puede presentar color oscuro, gris plomizo. El resto está constituido por esporádicas intercalaciones arenosas fino granulares, en general amarillo-grisáceas, que hacia la parte terminal se toman más frecuentes y contienen a veces abundantes bio y litoclastos de los estratos directamente infra yacentes, La Fm, Floresta contiene, a lo largo de toda la sucesión, fósiles diversos, que localmente se convierten en verdaderos yacimientos. La fauna identificada constituye una larga

lista de formas que incluyen, en orden de abundancia, braquiópodo, briozoo, gasterópodos, trilobites, corales y pelecípodos. Se encuentran además ostrácodos y restos de plantas, hasta ahora no estudiados en detalle. La asociación fosilífera indica con certeza que se está ante el Devoniano Medio. (MOJICA y VILLARROEL, 1984)

### **6.3 FORMACIÓN CUCHE**

*Edad:* Considerada de edad del Carbonífero Inferior (MOJICA y VILLARROEL, 1984) (MORENO y SANCHEZ, 2004 en VILLAFANEZ, 2012).

*Afloramientos:* los afloramientos más representativos aparecen en el camino que conduce del pueblo de Floresta a la Vereda Cuche (de ahí el nombre de la unidad) (MOJICA y VILLARROEL, 1984)

*Descripción litológica:* Desde el punto de vista litológico, la Fm. Cuche puede ser separada en dos conjuntos principales:

a) *Conjunto Inferior.* Con espesor aproximado de 150 m, compuesto sobre todo de areniscas ferruginosas, fino a medio granulares, que en roca fresca presentan tonos pardo-rojizos a rojo-violáceos, en tanto que en las superficies alteradas predominan los tonos rojo-pardos y rosado-carnosos; localmente se aprecian también areniscas grises y amarillentas. Se trata de rocas compuestas ante todo de cuarzo, micas y feldespatos alterados, cementadas por óxidos de hierro. Algunos niveles son ricos en intraclastos limosos y arenosos derivados del mismo conjunto, por lo cual se les puede llamar "brechas intraclásticas". Visto a gran escala, el Conjunto Inferior se compone de numerosos bancos gruesos, con estratificación cruzada y forma lenticular, que en suma dan lugar a arreglos de tipo "chevron". El abundante contenido de micas y la persistente laminación interna permiten la partición en fragmentos de forma tabular, propicios para la búsqueda de restos fósiles. Entre las

estructuras sin sedimentarias inorgánicas se han reconocido: "runzelmarks" (microondulas compuestas), marcas de gotas de lluvia, laminación cruzada, laminación ondulosa (muy común) y marcas de erosión y relleno); las estructuras biogénicas se restringen a icnofósiles, de formas serpenteantes, no identificados hasta ahora, además de perforaciones cilíndricas, verticales.

La parte basal del Conjunto Inferior está representada por un paquete de unos 30 m de espesor, de areniscas rojas y lutitas amarillo rojizos a beige. (MOJICA y VILLARROEL, 1984)

b) *Conjunto Superior*. Con espesor conservado cercano a 250 m, compuesto en su mayor parte de areniscas, semejantes a las descritas para el Conjunto Inferior, en las que se intercalan capas de decímetro a metro, constituidas por lutitas limo arcillosas, de textura sedosa y color ocre-beige, internamente laminadas. (MOJICA y VILLARROEL, 1984)

#### **6.4 FORMACIÓN GIRÓN**

Edad: Para el Grupo Girón se ha establecido una edad Jurásico superior-Cretácico inferior (PONS, 1982) en (ROYERO y CLAVIJO, 2001).

Afloramiento: La sección tipo se encuentra en el departamento de Santander, en el valle del Rio Lebrija.

Establecida por (HETTNER, 1982); su presencia en el Macizo de Floresta fue determinada por (OLSSON y CASTER, 1939). Una primera descripción para los afloramientos en dicha región se debe a (BOTERO, 1950); una posterior se encuentra en (CEDIEL, 1976). Se trata de una sucesión, localmente muy potente en el valle del Rio Lebrija (centenares de metros de espesor) de capas rojas (conglomerados, areniscas y limolitas) de origen continental, que cubren en discordancia angular a la Fm. Cucho. Allí, la Fm Girón comienza con un

conglomerado de unos 40 m. de espesor, integrado por cantos poligénicos mal seleccionados, subangulares a subredondeados, con diámetro entre varios centímetros y un decímetro. Siguen luego areniscas feldespáticas de grano grueso hasta conglomeráticas interrumpidas con frecuencia por intercalaciones de limolitas rojo ladrillo a violáceas, Las estructuras primarias más comunes son: estratificación cruzada a gran escala, estructuras de erosión y relleno, estratificación ondulosa a grande escala y paleocanales. En suma dichas estructuras determinan un ambiente terrestre de sedimentación con energía muy variable, sobre todo alta, correspondiente seguramente a una región de abanicos aluviales, con los subambientes característicos de llanuras de inundación y cauces de corrientes fluviales, Hasta hoy, la Fm. Girón, en el ámbito del Macizo de Floresta, no ha proporcionado fósiles. (MOJICA y VILLARROEL, 1984)

La Formación Girón, en la Plancha 172 Paz de Río, aflora en dos franjas alargadas localizadas al oriente y al occidente del Macizo de Floresta; la oriental es de 37 km de largo por 2 a 3 km de ancho y otra occidental, de 7 km de largo por 0,5 km de ancho. (ULLOA *et al* 2001)

La Formación Girón descansa discordantemente sobre el Stock de Otengá, sobre la Formación Cataclastitas de Soapaga y sobre la Formación Cucho. Por la vía que conduce de Nobsa a Floresta y que pasa por Corrales, se observa a la Formación Tibasosa que descansa discordantemente sobre la Formación Girón, relación que se mantiene en el área de la Plancha 172 Paz de Río. (ULLOA *et al* 2001)

## **6.5 FORMACIÓN TIBASOSA**

Edad: Hauteriviano - Albiano tardío (Renzoni 1981) y recientes dataciones amplían el rango de Valanginiano - Albiano tardío (Alzate y Bueno, 1994) determinaciones hechas con base en ammonites. (Rodríguez-Solano, 2000)

El nombre y el rango de la unidad litoestratigráfica Formación Tibasosa fueron propuestos por (RENZONI, 1981), para representar la sucesión litológica que aflora en la población de Tibasosa, por debajo de la Formación Une. El autor dividió la formación en cuatro miembros, los cuales fueron denominados de base a techo como: Miembro Basal (Kit4), compuesto por conglomerado, limolitas y areniscas, a veces conglomeráticas; Miembro Calcáreo Inferior (Kit3), constituido principalmente por shales, calizas arenosas y areniscas; Miembro Arenáceo Intermedio (Kimt2), compuesto por shales y areniscas, y el Miembro Calcáreo Superior (Kmt1), formado por shales, caliza lumaquéllica y areniscas. (ULLOA et al 2001) al norte del Municipio de Santa Rosa de Viterbo, la formación cubre, un área importante, en forma de monoclinial, la cual traslapa hacia el oriente sobre rocas de las formaciones Girón y Cucho, en una clara discordancia; y hacia el occidente está superpuesta por arenitas de la Formación Une.(GEOESTUDIOS, 2006 )

## **6.6 FORMACIÓN PLAENERS**

Edad: Campaniano - Maastrichtiano, según (PÉREZ y SALAZAR, 1978) en (RODRÍGUEZ y SOLANO, 2000)

(RENZONI, 1962) le da la categoría de Formación en (GEOESTUDIOS, 2006)

Descripción litológica: chert, con delgadas intercalaciones de lodolitas y arcillolitas laminadas, comúnmente silíceas. La estratificación es casi invariablemente paralela, en capas delgadas y rara vez media y normalmente presenta abundantes cantidades de foraminíferos del género siphogenerinoides. (RODRÍGUEZ y SOLANO, 2000)

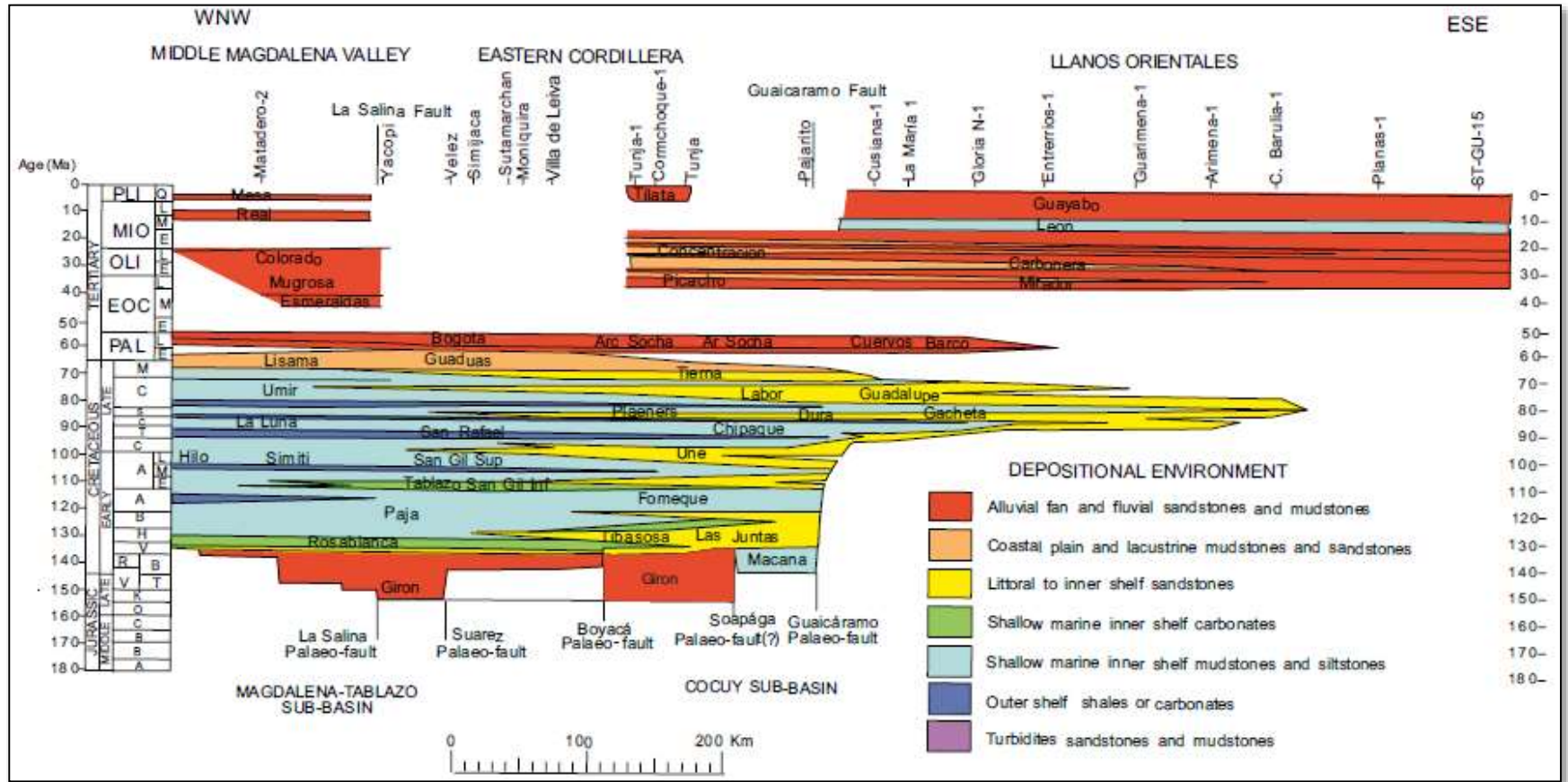
Espesor: 100 m, estimado con cortes geológicos. Límites estratigráficos: el contacto inferior se traza en la base de la capa más baja de limolitas silíceas, la cual suprayace una espesa secuencia de arenitas de la Formación Arenisca Dura; el

contacto superior, se ubica en el techo de la capa más alta de limolitas silíceas, la cual infrayace una secuencia espesa de arenitas de cuarzo de la Formación Labor Tierna. (RODRÍGUEZ y SOLANO, 2000)

En la figura 6, se observa una correlación de las unidades de la Cordillera Oriental con las Unidades definidas para las cuencas Llanos Orientales y Valle Medio del Magdalena.

## CUADRO DE CORRELACIÓN CORDILLERA ORIENTAL

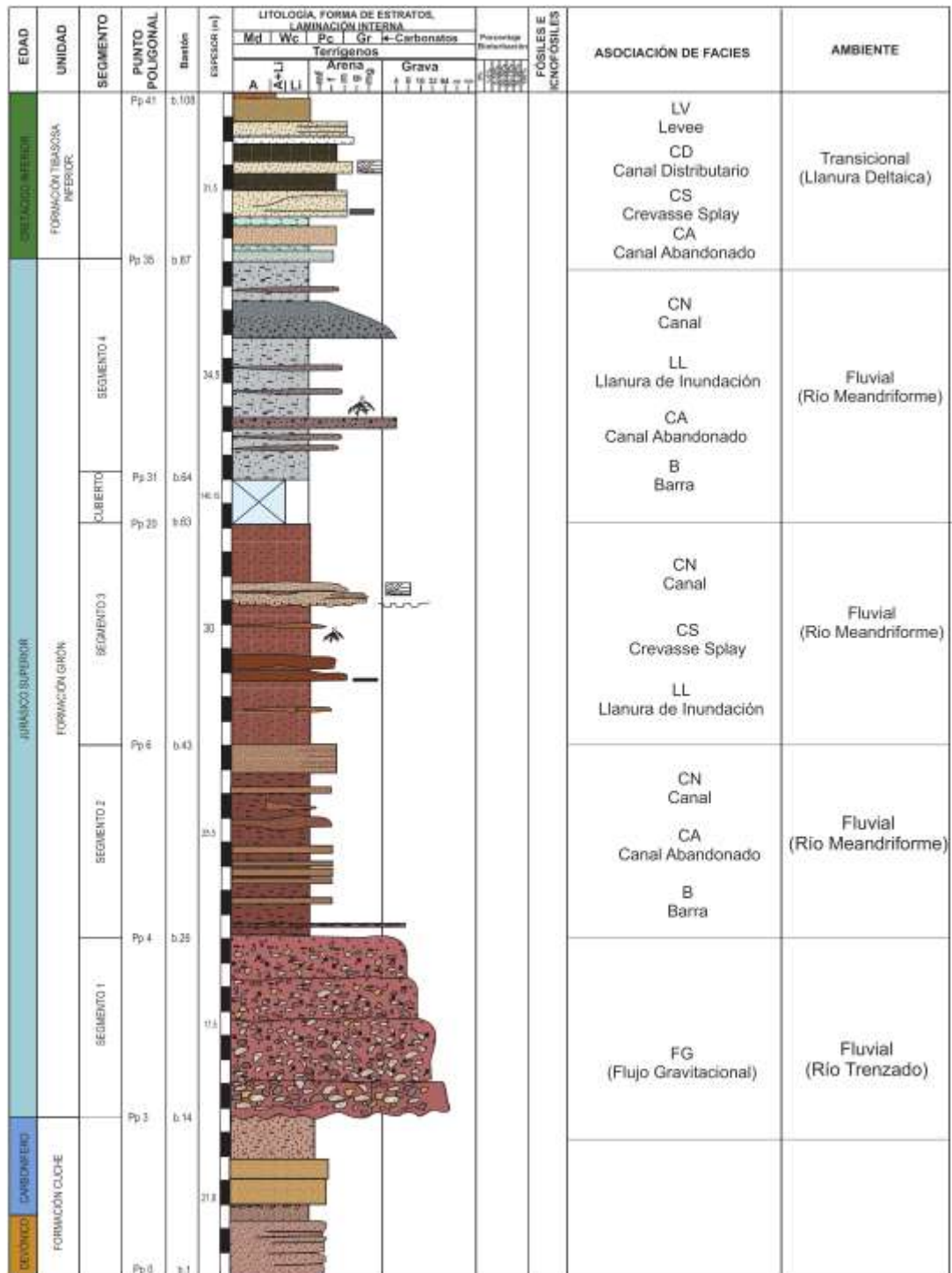
Figura 6. Cuadro Correlación Cordillera Oriental, Llanos Orientales y Cuenca del Valle Medio del Magdalena. Tomado y modificado de (SARMIENTO, 2001).



## **7. DESCRIPCION DE LA SECCIÓN**

Durante el desarrollo del presente trabajo, la sección de La Formación Girón levantada en la carretera que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía tiene un espesor de 106 metros y de 246,15 metros incluyendo los cubiertos. Las Formaciones Cuche de 21.8 metros y Tibasosa Inferior (Sic) de 34,5 m la infrayacen y suprayacen respectivamente. De acuerdo con parámetros litológicos cada una de las formaciones se dividió en segmentos y cada segmento en intervalos. La nomenclatura de los intervalos está dado en letras mayúsculas: la primera letra indica el nombre de la formación seguido de un número romano que indica el número del segmento y una letra que indica el segmento. Por ejemplo G-I-A describe el intervalo A del segmento uno de la Formación Girón (Ver figura 7)

Figura 7. Columna generalizada de la Formación Girón, Sección Santa Rosa de Viterbo – Tobasía. Ver anexo 1: Columna detallada escala 1:100.



## 7.1 FORMACIÓN CUCHE

La Formación Cuche infrayace discordante a la Formación Girón. El segmento de 21,8 metros de espesor medido en la columna corresponde al Conjunto superior de la Formación Cuche; comprende lodolitas arenosas y areniscas de grano fino de color amarillo grisáceo, localmente se observaron lentes irregulares de arcillolitas color amarillo. Se encuentra entre los puntos poligonal P1 y P3 y los bastones 1 al 15.

Figura 8. Contacto inferior neto e irregular de la formación Cuche con la Formación Girón. Vereda Chorrera Alta. Km 6 Vía Santa Rosa de Viterbo-Tobasía.

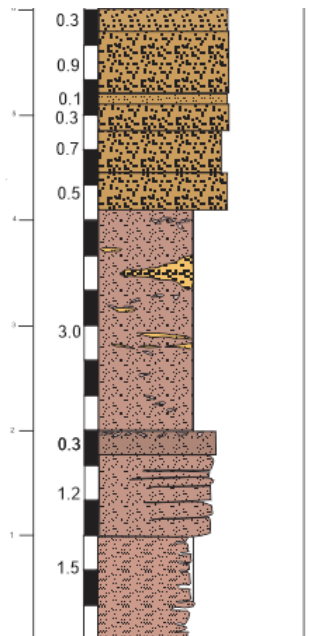


### 7.1.1 Segmento Uno

- **Intervalo C-I-A**

Lodolitas arenosas color amarillo grisáceo intercaladas con capas tabulares de arenisca de grano fino grises amarillentas y rojo grisáceo (5R 4/2), por sectores se observan lentes irregulares de arcillolita color naranja amarillento pálido (10YR 8/6). (Ver Figura 9).

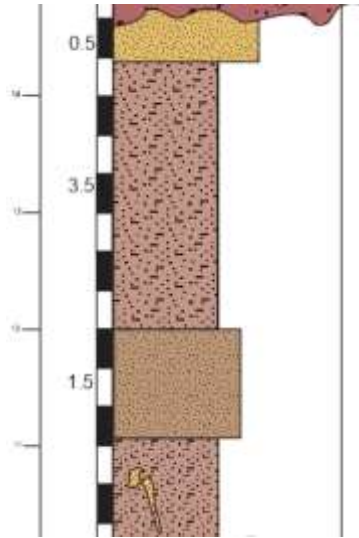
Figura 9. Formación Cuche, Segmento uno, Intervalo A.



- **Intervalo C-I-B**

Lodolitas arenosas color rojo grisáceo de geometría tabular con escasos lentes irregulares de arena fina, intercaladas con capas medianas a gruesas de areniscas de grano fino color marrón claro (5YR 6/4). (Ver Figura 10)

Figura 10. Formación Cuche, Segmento uno, Intervalo B.



## 7.2 FORMACIÓN GIRÓN

La Formación Girón descrita en la sección está constituida por cuatro segmentos, descritos con base en parámetros litológicos, los cuales se relacionan a continuación:

**7.2.1 Segmento uno: Conglomerados clasto y matriz soportados:** Este segmento se ubica en el punto de la poligonal P3 al P4, entre los bastones 15 al 26, según las coordenadas la base del segmento corresponde a Norte: 1140339 Este: 1123699 y el tope a las coordenadas Norte: 1140355 Este: 1123669.

Representa un espesor de 17.5 metros. Litológicamente está constituido por conglomerados clastosoportados a matrizsoportados, con una relación predominante clasto/matriz de 80/20, por sectores esta relación puede disminuir 40/60 las capas son gruesas de color rojo grisáceo (5R 4/2)

El tamaño de los clastos varía desde arenas muy gruesas a bloques que alcanzan más 30 cm de diámetro, estos últimos se encuentran hacia la base del segmento.

Estos clastos corresponden principalmente a materiales provenientes de rocas sedimentarias: sublitarenita y cuarzoarenita y en menor proporción rocas ígneas y metamórficas. En términos de redondez los clastos son subangulares y subredondeados, mostrando gradaciones normales e inversas y en algunos sectores sin un arreglo textural preferencial.

La matriz está constituida por areniscas de grano fino a conglomerática, ligeramente lodosa.

Este segmento corresponde a la base de la Formación Girón y el contacto con la Formación Cucho es neto erosivo e irregular. El rumbo de las capas es N 65 E buzando 40° al NW (Ver figura 11)

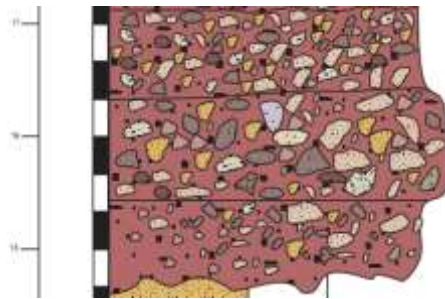
Figura 11. Formación Girón. Segmento uno, conglomerados clastosoportados. Vereda Chorrera alta. Km 6 Via Santa Rosa de Viterbo-Tobasía.



- **Intervalo G-I-A**

Conglomerado clastosoportado masivo; el tamaño de los clastos varía entre gránulos y principalmente guijarros subangulares y subredondeados con diámetros hasta de 30 cm, estos clastos son predominantemente de cuarzoarenitas y sublitarenitas. La matriz está constituida por areniscas de grano fino a grueso, ligeramente lodosa, de color purpura rojo grisáceo, el contacto entre las capas es irregular, hacia la base se distingue granocrecimiento y hacia el techo granodecrecimiento (5RP 4/2). (Ver Figura 12).

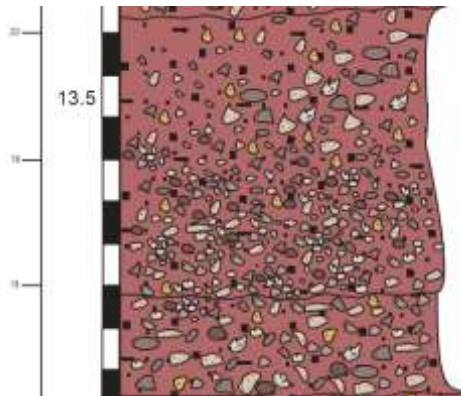
Figura 12. Formación Girón, Segmento uno, Intervalo A.



- **Intervalo G-I-B**

Hacia la base de este intervalo hay una capa de mediano espesor con cantos en su mayoría subredondeados de hasta 15 cm de diámetro, composicionalmente comprende cantos oligomícticos principalmente silisiclásticos con una matriz arenosa a conglomerática lodosa, color purpura grisáceo (5RP 4/2), sobre esta reposa una capa gruesa granocreciente, en donde la fracción de clastos disminuye hacia el techo. El contacto de las capas es irregular. (Ver Figura 13)

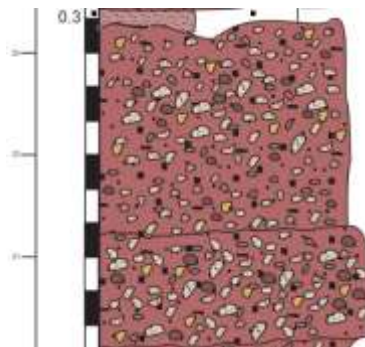
Figura 13. , Formación Girón, Segmento uno, Intervalo B.



- **Intervalo G-I-C**

En este segmento la fracción de clastos disminuye, formando conglomerados matrizsoportados; los clastos son predominantemente de sublitarenitas y cuarzoarenitas subredondeadas y subangulares están embebidos en una matriz arenosa lodosa y parcialmente conglomerática, hacia la base se observan cantos hasta de 12 cm de diámetro. Se encuentran distribuidos al azar, aunque con una ligera tendencia granocreciente. El contacto entre las capas es irregular. (Ver Figura 14).

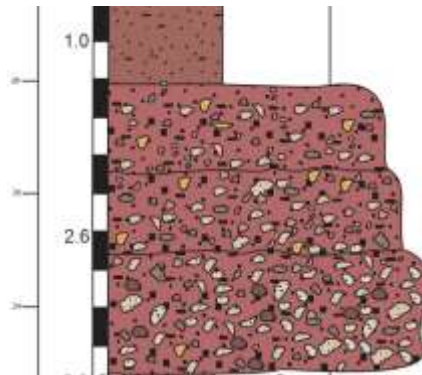
Figura 14. Formación Girón, Segmento uno, Intervalo C.



- **Intervalo G-I-D**

Representa una secuencia granodecreciente, constituida por conglomerados matrizsoportados, color purpura grisáceo. La matriz es arenosa de grano fino a conglomerática. Es predominante la proporción de clastos de origen sedimentario, no se observaron estructuras sedimentarias. El contacto entre las capas es irregular. (Ver Figura 15).

Figura 15. Formación Girón, Segmento uno, Intervalo D.



**7.2.2 Segmento dos: Intercalaciones de areniscas y lodolitas:** Este segmento se ubica entre el punto P3 al P5 de la poligonal, entre los bastones 26 al 43, la base del segmento dos está dado por las coordenadas Norte: 1140335 Este: 1123669, y el tope a las coordenadas Norte: 1140381 Este: 1123637.

Espesor 25.5 metros. Se disponen en capas cuneiformes e irregulares, medianas y gruesas, texturalmente arenisca de grano fino a medio color naranja muy pálido a rojizo que corresponden composicionalmente a sublitarenitas las cuales en sectores contienen fragmentos conglomeráticos y textura masiva, interpuestas con capas de lodolitas arenosas de color rojo grisáceo, muy físilas. El rumbo de las capas predominante es N 40 E buzando 30 NW.

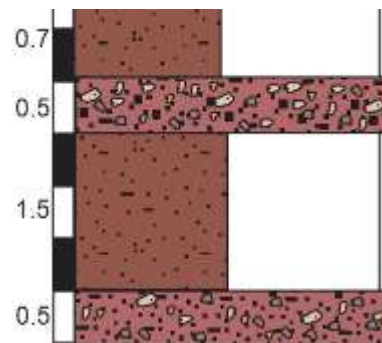
Figura 16. Segmento dos. Intercalación de areniscas con lodolitas masivas. Km 5+800. Vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.



- **Intervalo G-II-A**

Corresponde a capas de arenisca de grano grueso, ligeramente conglomeráticas, color purpura grisáceo (5RP 4/2); el tamaño de los clastos varia de 1 a 4 cm intercaladas con capas tabulares de lodolitas arenosas del mismo color. (Ver Figura 17)

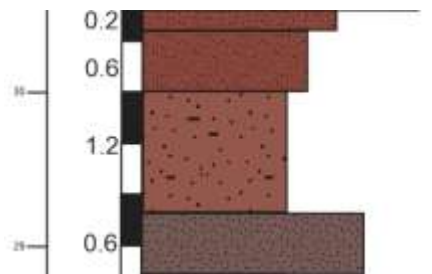
Figura 17. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo A.



- **Intervalo G-II-B**

Arenisca masiva de grano medio color purpura grisáceo de geometría tabular, sobre esta reposa una secuencia granocreciente, en la base lodolita arenosa color rojo grisáceo (5R 4/2) hacia el techo areniscas de grano medio. (Ver figura 18)

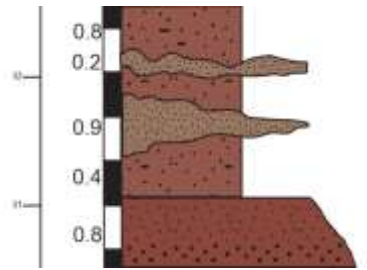
Figura 18. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo B.



- **Intervalo G-II-C**

En general comprende una secuencia granodecreciente, hacia la base del intervalo una capa de arenisca con gradación normal de grano muy grueso a medio color rojo grisáceo (10R 4/2), según la clasificación composicional corresponde a arcosa interpuesta con lodolitas arenosas y con areniscas de grano medio de geometría irregular, sin estructuras sedimentarias visibles. (Ver figura 19)

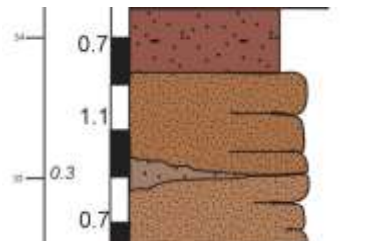
Figura 19. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo C.



- **Intervalo G-II-D**

Areniscas de grano fino color café amarillento moderado (5YR 5/4) de aspecto masivo, muy diaclasadas, con capas lenticulares y tabulares de arenisca lodosa color rojo grisáceo (10R 4/2) muy fisiles. (Ver figura 20)

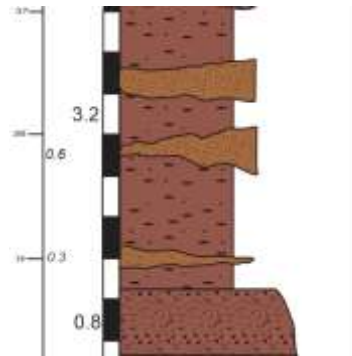
Figura 20. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo D.



- **Intervalo G-II-E**

Hacia la base del intervalo una capa gruesa de arenisca granodecreciente de grano medio a fino, color rojo grisáceo (10R 4/2), sobre esta, intercalación de lodolitas rojizas ligeramente arenosas y areniscas de grano muy fino con geometría irregular y lenticular. (Ver figura 21)

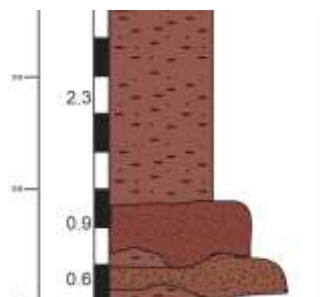
Figura 21. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo E.



- **Intervalo G-II-F**

Secuencia granodecreciente, en la parte inferior reposan capas de geometría irregular de arenisca de grano grueso a medio, color rojo grisáceo (5R 4/2), composicionalmente corresponden a arcosas líticas, sobre estas reposa una capa gruesa de lodolitas arenosas masivas muy fisiles (Ver figura 22)

Figura 22. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo F.

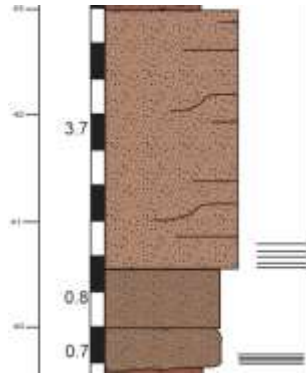


- **Intervalo G-II-G**

Secuencia granocreciente, areniscas de grano muy fino a fino, color rojo pálido (5R 6/2), laminación plano paralela, sobre esta reposa una capa gruesa de arenisca de

grano medio, geometría tabular y laminación plano paralela en la base. (Ver figura 23)

Figura 23. Formación Girón, Segmento dos, Intervalo G.



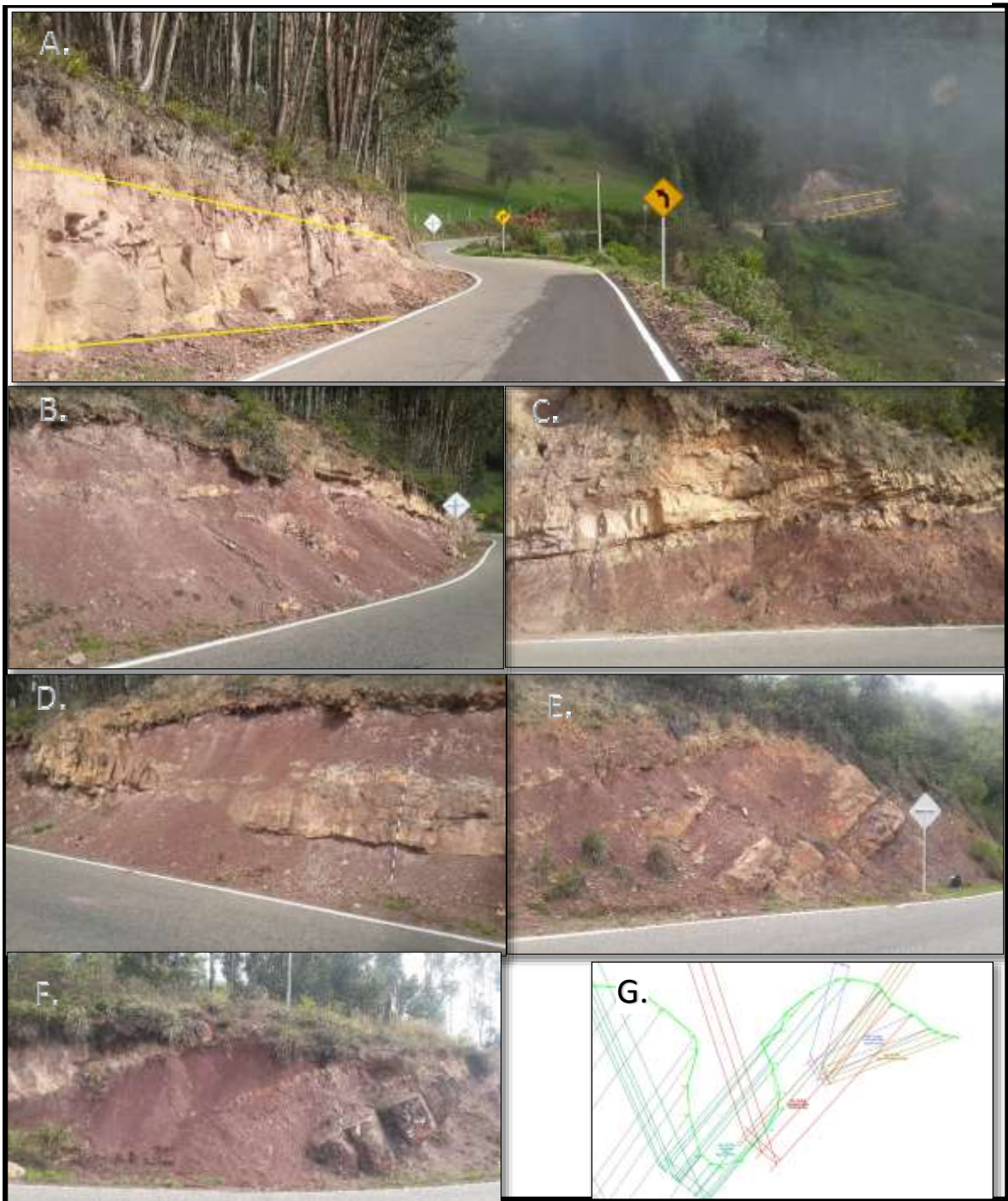
**7.2.3 Segmento tres: Lodolitas con capas gruesas de areniscas:** Este segmento se ubica en la poligonal entre el punto P5 al P20, entre los bastones 44 al 64 Las coordenadas de la base para este segmento son Norte: 1140381 Este: 1123637, y el tope Norte: 1140143 Este: 1123490. Espesor 30 metros.

Está constituido por capas muy gruesas de areniscas con estratificación cruzada en artesa, granodecreciente y algunas capas gruesas de geometría cuneiformes de arenisca de grano muy fino con laminación plano paralela dentro de potentes niveles lodolíticos color violera rojizo muy fisiles moderada a altamente bioturbados, con capas muy delgadas de arenisca de grano fino, que en ocasiones se acuñan lateralmente.

En este segmento se puede apreciar la continuidad lateral de las capas por algunas decenas de metros en dirección SSW-NNE donde se observaron las relaciones laterales de las unidades litoestratigráficas y el buzamiento de las capas desde diferentes ángulos. (Ver figura 24) El rumbo de las capas predominante es N 42 E buzando 26 NW.

Figura 24. Relaciones laterales de las unidades litoestratigráficas del segmento tres y buzamiento de las capas visto de diferentes ángulos dependiendo del corte de la carretera.

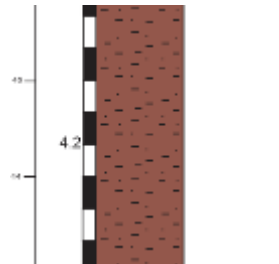
Las imágenes de la izquierda muestran las capas del lado SSW y las de la derecha las del NNE. . **A.** Continuidad lateral de las capas **B. y C.** Lodolitas color violeta que infrayacen las areniscas demarcadas en la imagen A. tanto al SSW como al NNE. **D.** Cambio en la geometría de la capa y algunos lentes acuñados de areniscas de grano fino al NNE. **E.** Tope del segmento tres **F.** Segmento 3 dibujado en la poligonal. Poligonal realizada en AutoCAD (Ver Anexo D).



- **Intervalo G-III-A**

Comprende una potente capa de lodolitas masivas ligeramente lodosas muy fisiles color rojo grisáceo 5R 4/2. (Ver Figura 25)

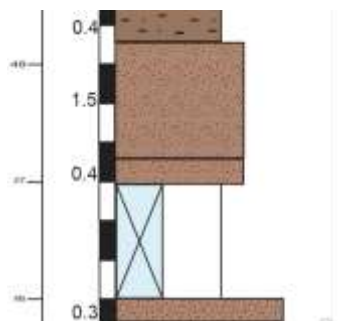
Figura 25. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo A.



- **Intervalo G-III-B**

Representa una secuencia granodecreciente de areniscas de geometría tabular, de grano medio a muy fino, color rojo pálido (5R 6/2), hasta lodolitas masivas, color rojo grisáceo, sin estructuras sedimentarias evidentes. En el cubierto se alcanzaron a reconocer areniscas de grano fino. (Ver Figura 26).

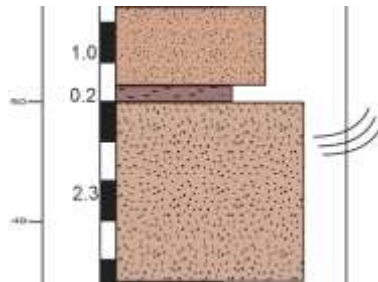
Figura 26. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo B.



- **Intervalo G-III-C**

Arenisca rojo pálido (5R 6/2) muy compacta, moderadamente calibrada, de grano grueso a medio, estratificación tangencial, sobre esta reposa una capa de lodolita masiva, color purpura grisáceo, y capa de arenisca de grano fino, sin estratificación visible, la geometría de las capas es tabular. (Ver Figura 27).

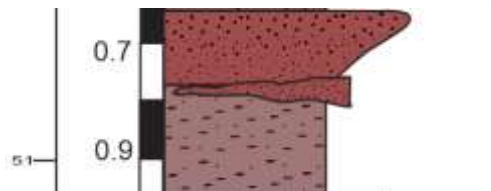
Figura 27. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo C.



- **Intervalo G-III-D**

El intervalo D, hace parte de una secuencia con gradación inversa que empieza con lodolitas arenosas, color purpura grisáceo, hasta areniscas masivas de grano medio, color marrón rojizo oscuro (10R 3/4), el contacto entre las capas es irregular. (Ver figura 28)

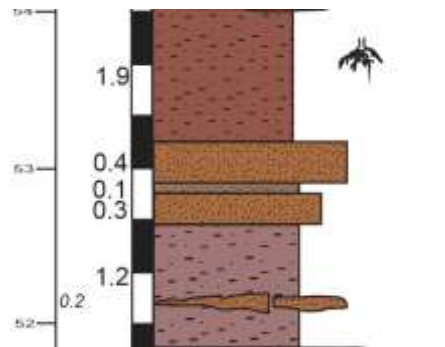
Figura 28. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo D.



- **Intervalo G-III-E**

Predominantemente sedimentos de grano fino, lodolitas ligeramente arenosas, con capas delgadas tabulares, irregulares e intermitentes de arenisca de grano muy fino, bien seleccionadas. El porcentaje de bioturbación en la parte superior de las lodolitas alcanza un 15% observándose algunas formas de raíces incompletas (Ver figura 29)

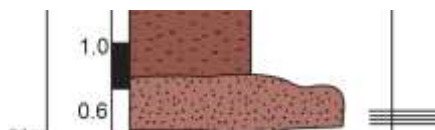
Figura 29. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo E.



- **Intervalo G-III-F**

Secuencia granodecreciente, en la base reposa una capa mediana de arenisca de grano grueso color rojo grisáceo con laminación plano paralela, moderadamente seleccionada, granos subredondeados, sobre esta hay una capa mediana de lodolitas masivas color rojo grisáceo, sin estratificación visible. (Ver figura 30)

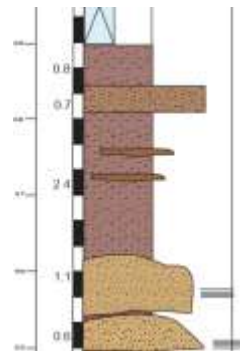
Figura 30. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo E.



- **Intervalo G-III-G**

Hacia la base del intervalo, capas gruesas de geometría cuneiforme que texturalmente comprende arenitas de grano grueso a medio, granos subredondeados, color naranja grisáceo (10YR 7/4) y lodolitas masivas, color rojo grisáceo, en donde se observaron capas medias lenticulares de arenisca de grano muy fino a fino. En la parte superior capa tabular de arenisca de grano grueso, color marrón amarillento pálido (10YR 6/2), moderadamente seleccionada. El contacto entre las capas es irregular. (Ver figura 31)

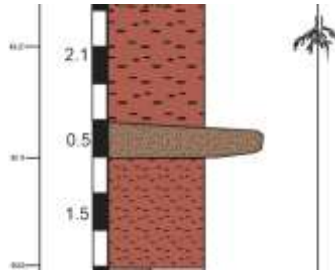
Figura 31. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo G.



- **Intervalo G-III-H**

Lodolitas color rojo grisáceo interpuesta con una capa tabular de arenisca masiva de grano medio, selección moderada, la bioturbación en las lodolitas aumenta a medida que nos acercamos al tope llegando a afectar la capa en un 30 a 50%, el contacto entre las capas es neto. (Ver figura 32)

Figura 32. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo H.



- **Intervalo G-III-I**

Secuencia granodecreciente que empieza con una capa de Sublitarenitas de grano muy grueso a medio, color rojo pálido (5R 6/2), con lechos conglomeráticos, geometría cuneiforme, estratificación cruzada en artesa y superficies erosivas, hacia la base se observaron protuberancias de aproximadamente 30 cm de diámetro denominadas calcos de carga, sobre esta capa reposa en contacto bioturbado, lodolitas masivas ligeramente arenosas color gris marrón (5YR 4/1), y una capa de arena fina a media, geometría tabular, sin estratificación visible, finalmente ocurre otra disminución en el tamaño de grano y aparece otra capa de lodolita arenosa masiva. (Ver figura 33)

Figura 33. Formación Girón, Segmento tres, Intervalo I.



**7.2.4 Segmento cuatro. Areniscas y lodolitas azul grisáceas:** El segmento está comprendido entre el punto P31 al P35 de la poligonal, entre el bastón 64 al 87 y las coordenadas desde la base Norte: 1140236 Este: 1123220 y tope Norte: 1140116 Este: 1123126. El espesor total es de aproximadamente 33 m.

Gran parte de las capas de areniscas tienen un espesor grueso y en menor proporción son capas delgadas, las lodolitas se presentan en capas finas, la geometría de las capas es tabular y los colores predominantes son azul pálido (5PB 7/2) gris medio (N5) y rojo-violeta pálido (5RP 6/2). Las lodolitas azul grisáceo presentan una intensa bioturbación de origen edáfico dibujando formas de raíces que alcanzan los 50 cm de largo. (Ver figura 34)

Texturalmente el segmento presenta capas de areniscas conglomeráticas hacia la base que alcanzan un tamaño desde arena media hasta Guijos, capas grano decrecientes de arenisca conglomerática que en la base presenta lechos de granos tamaño granulo y en el techo arena media, además capas de arena muy fina ligeramente lodosa y en otros casos solo lodolitas.

El rumbo de las capas predominante es N 28 E buzando 23 NW.

Composicionalmente las areniscas varían de Arcosa a Subarcosa.

El segmento se dividió en ocho intervalos:

Figura 34. Segmento cuatro. Lodolitas y areniscas azul grisáceo. Km 5 + 400 Vía Santa Rosa de Viterbo – Tobasía.

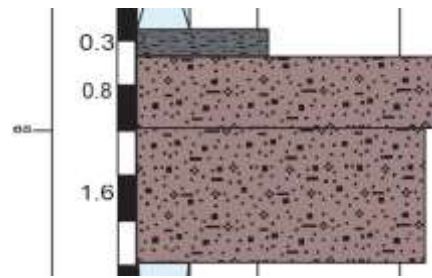


- **Intervalo G-IV-A**

Capas medianas que varían de 80 a 1,5m de espesor, geometría tabular, sin estratificación visible, texturalmente compuesta por areniscas conglomeráticas ligeramente lodosa con clastos subredondeados que alcanzan hasta tamaño guijo, color predominante púrpura rojo pálido (5RP 6/2), suprayaciendo estas capas reposa una lodolita ligeramente arenosa de 30 cm.

Se presenta un área cubierta 40 cm antes del bastón 66 hasta el bastón 67, este cubierto está compuesto predominantemente por arenisca conglomerática.

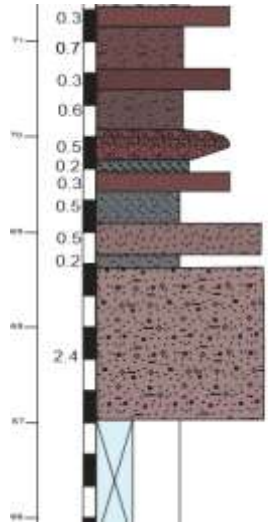
Figura 35. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo A.



- **Intervalo G-IV-B**

Secuencia granodecrescentes, que en la base presenta una capa de 2,4 m de espesor de arena muy gruesa, mal seleccionada, en donde se encontraron clastos que alcanzan hasta 4 cm, sobre esta yacen capas delgadas de areniscas que presentan tamaño de arena muy grueso, el cual decrece hasta fino, la geometría de las capas es tabular, muestran colores que varían de purpura rojo pálido 5RP 6/2 a rojo grisáceo 5R 4/2 en la parte media a superior del intervalo, estas capas están intercaladas con lodolitas ligeramente arenosas, sin estratificación visible, fisiles, presentan en la base color azul grisáceo 5PB 5/2 y en el techo color rojo grisáceo 10R 4/2. Se tomó una muestra de la capa de 50 cm que se encuentra por debajo del bastón 69 y según la clasificación de (Folk, 1974) es una Subarcosa (Ver figura 36)

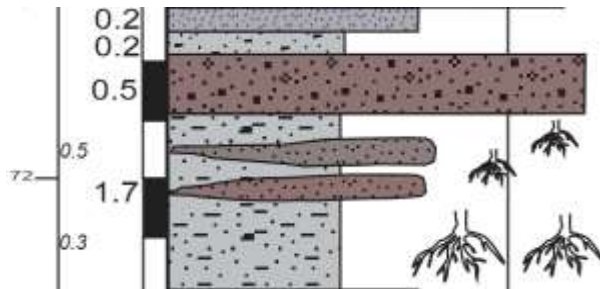
Figura 36. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo B.



- **Intervalo G-IV-C**

Lodolitas bioturbadas de 50 a 70%, color gris claro 7, interpuestas con capas cuneiformes de arenisca de grano grueso a muy grueso, selección moderada, granos subredondeados, color purpura rojo grisáceo 5 RP 4/2 a purpura rojo pálido 5RP 6/2; sobre este conjunto se presenta una capa de 50 cm de arenisca conglomerática con matriz lodosa y clastos que alcanza tamaño granulo, de la cual se tomó una muestra, fue clasificada como Arcosa, según la clasificación de Folk, 1974, esta capa presenta una variación del color, en la base presenta azul pálido 5PB 6/2 y hacia el techo purpura rojo pálido 5RP 6/2, el intervalo finaliza con una capa de grano fino a medio, color gris y geometría tabular. En términos generales se clasifica como una secuencia granocreciente. (Ver figura 37)

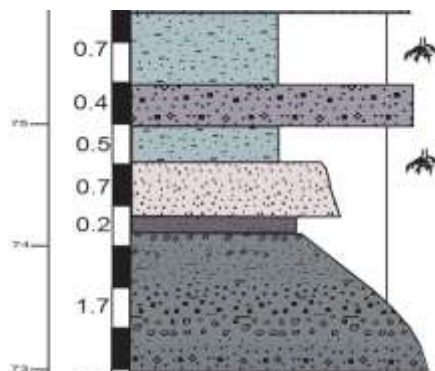
Figura 37. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo C.



- **Intervalo G-IV-D**

Secuencia grano decreciente, en la base reposa una capa gruesa, de arenisca conglomerática que alcanza tamaño granulo y hacia arriba decrece hasta fino, color azul grisáceo 5BP 5/2, suprayaciendo descansa capas de areniscas de grano muy grueso a grueso, masivas, con granos subredondeados, geometría tabular, color rosado grisáceo 5YR 8/1 y púrpura pálido 5P 6/2, finalmente en la parte superior del intervalo, presencia de una capa gruesa de lodolita con restos de raíces, 30-50% bioturbación, color azul pálido 5PB 7/2, interpuesta con una capa de arena muy gruesa, ligeramente conglomerática, de geometría tabular.(Ver figura 38)

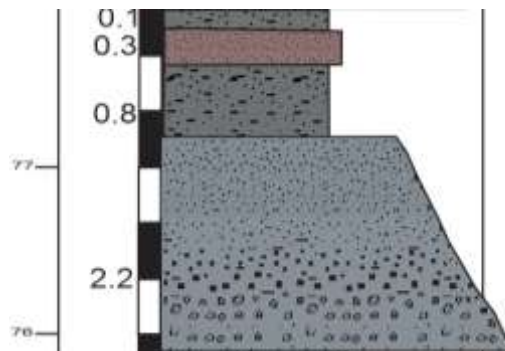
Figura 38. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo D.



- **Intervalo G-IV-E**

Gruesa capa de arenisca granodecreciente, en la base presenta tamaño granulo y decrece a medio, los clastos son subangulares, clastosoportados, porcentaje de matriz lodosa menor del 20%, sin estratificación visible, color rojo pálido 10R 6/2, sobre esta reposan capas de arenas finas a muy finas, algunas ligeramente lodosas, masivas y geometría tabular, color gris medio 5. Esta secuencia es granodecreciente (Ver figura 39)

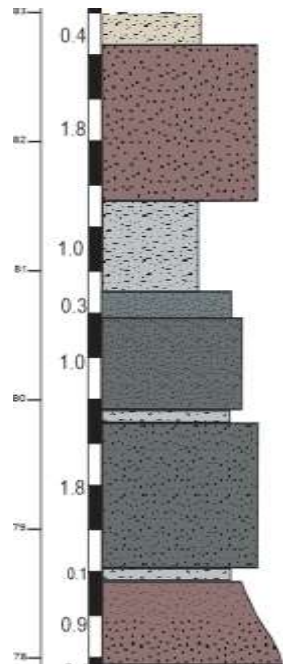
Figura 39. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo E.



- **Intervalo G-IV-F**

Secuencia grano decreciente, son capas en su mayoría gruesas desde 0.9 a 1.8m, en la base presenta arena muy gruesa y en el techo arena muy fina ligeramente lodosa, geometría tabular, texturalmente algunas de estas capas están mal calibradas y presentan tamaños desde lodos a clastos tamaño guijo, estos niveles presentan fisilidad, el color varía de purpura rojo pálido 5RP 6/2 a gris medio 5 o gris claro 7, también hay presencia de capas delgadas y medianas de lodolitas arenosas, masivas, color gris claro. (Ver figura 40)

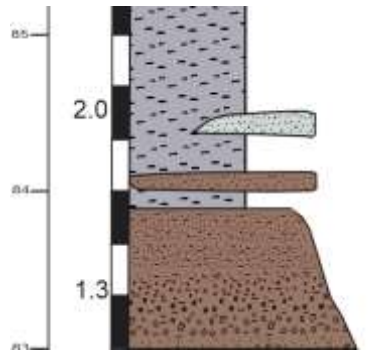
Figura 40. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo F.



- **Intervalo G-VI-G**

Secuencia granodecreciente, en la base capa de arena muy gruesa que decrece hasta alcanzar tamaño lodo, se presentan capas delgadas de arena media, geometría lenticular, con buena selección y granos subredondeados, color predominante en la base rojo pálido 5R 6/2, hacia el techo cambia de verde azul pálido 5PB 7/2 y azul muy pálido 5B 6/2 (Ver figura 41)

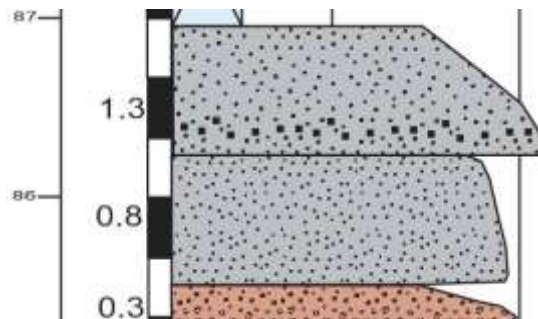
Figura 41. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo G.



- **Intervalo G-IV-H**

Secuencia granocreciente, compuesta por capas predominantemente arenosas con gradación normal, clastos subredondeados, geometría tabular, colores que varían de base a techo, de rojo pálido 5R 6/2, a gris claro N7 y gris verdoso claro 5G 8/1, Se tomaron dos muestras del intervalo, uno de la base que composicionalmente se ubica en Arcosa lítica y otra hacia el techo que se clasifica texturalmente como arenisca conglomerática y composicionalmente Arcosa, las muestras se clasificaron según la clasificación de (Folk, 1974) (Ver Figura 42)

Figura 42. Formación Girón, Segmento cuatro, Intervalo H.



### 7.3 FORMACIÓN TIBASOSA INFERIOR

La sección descrita se encuentra localizada en la carretera que conduce del municipio de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía, en la poligonal se encuentra entre el punto P35 al P41, desde el bastón 88 al 108. Su base corresponde a las coordenadas Norte: 1140116 Este: 1123126 y el Tope Norte: 1139936 Este: 1123025. Se encuentra suprayaciendo en continuidad a la Formación Girón e infrayace la Formación Tibasosa superior. El espesor total del segmento medido por el método de bastoneo es de 34.5 m.

En la base las capas de arenisca presentan un espesor mediano y geometría tabular, predominantemente son intercalaciones de capas delgadas y medias de areniscas con capas muy delgadas de lodolitas verdosas. Se observó laminación plano paralela y laminación tangencial. Los colores predominantes son gris azulado claro (5B7/1), rosado moderado (5R 7/4) y rosado grisáceo (5R 8/2).

En su mayoría las capas varían de arena muy fina a media y en pocas capas alcanzan hasta arena gruesa, también hay presencia de capas de lodolitas y capas grano decrecientes de arenas conglomeráticas que en la base alcanzan hasta tamaño guijarro y en el techo arena gruesa.

El rumbo de las capas predominante es N 14 E buzando 16 NW.

Composicionalmente las rocas varían de arcosa lítica a Subarcosa, según la formula promedio para Subarcosa Qz: 83%, Feld: 15% y FR2% y para Arcosa Lítica Qz: 65%, Feld: 30% y FR: 5%.

Se encontraron niveles de areniscas y lodolitas con alto contenido de materia orgánica. (Ver figura 43)

El contacto entre la Formación Tibasosa Inferior (Sic) es un contacto **transicional**, es decir que entre las unidades no ha ocurrido una interrupción, sino que ocurrió un cambio en las condiciones sedimentarias, y el paso de una unidad a otra es gradual.

Este cambio gradual se ha determinado por cambios texturales ya que en el tope de la Formación Girón se observan capas gruesas a muy gruesas de areniscas ligeramente lodosas de grano fino a medio color grisáceo y localmente algunos lentes conglomeráticos, con intercalaciones de lodolitas arenosas. La parte inferior de la Formación Tibasosa inferior comprende capas de areniscas medias y gruesas de areniscas de grano fino a medio, intercaladas con capas delgadas de lodolitas color verdoso. Localmente se observaron algunas capas conglomeráticas.

Figura 43. Afloramiento de la Formación Tibasosa Inferior (Sic) ubicado en el Km 5+ 300 de la vía que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía, margen izquierdo.



**7.3.1 Segmento uno:** El segmento se encuentra ubicado entre el punto poligonal P 35 al P 36, bastón 88 al 97 y coordenadas en la base Norte: 1140116 Este: 1123126 y en el techo Norte: 1140064 Este: 1123097. El espesor es 13.5 m

Texturalmente constituido por capas medianas de areniscas de grano fino a medio, en menor medida lodolitas, se presentan en geometría cuneiforme y tabular, las

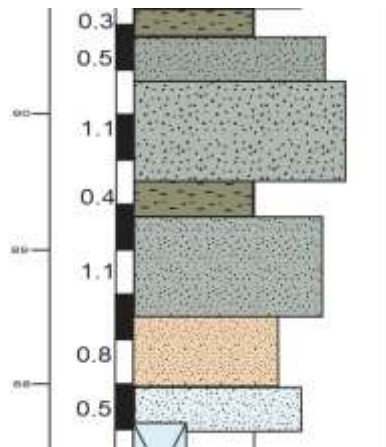
estructuras sedimentarias encontradas son; laminación plano paralela y estratificación en artesa. Las secuencias granodecrescientes son predominantes.

Composicionalmente está constituido por Subarcosas y Arcosas.

- **Intervalo T-I-A**

Intercalación de areniscas, en capas medianas, masivas, con variación de grano de fino a grueso, granos subredondeados a redondeados, color que varía de base a techo de gris verdoso claro 5G 8/1, rosado grisáceo 5 R 8/2 y azul pálido 5B 6/2, en la base de una de las capas se presentan un pulso de material más grueso en donde los clastos alcanzan hasta 1cm, se distinguen unas intercalaciones de limolitas masivas, color gris azulado claro 5B 7/1 (Ver figura 44)

Figura 44. Formación Tibasosa, Segmento uno, Intervalo A.

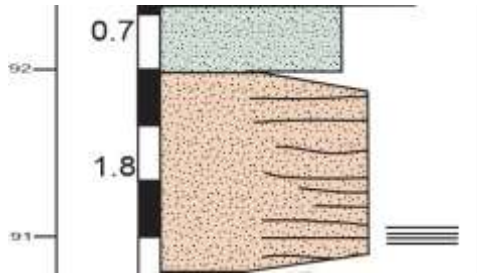


- **Intervalo T-I-B**

En la base de este intervalo se presenta una capa gruesa de arenisca de grano fino, geometría cuneiforme y laminación plano paralela, con granos redondeados y bien seleccionada, color rosado a naranja moderado (5YR 8/4), clasificada como Subarcosa según clasificación de (FOLK, 1974), sobre esta yace una capa de arena

fina, sin estratificación visible con matriz lodosa que alcanza el 15% y color azul verdoso pálido 5BG 7/2 (Ver figura 45)

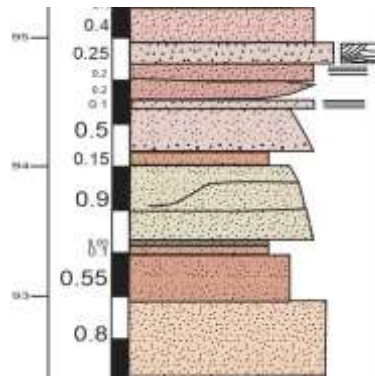
Figura 45. Formación Tibasosa, Segmento uno, Intervalo B.



- **Intervalo T-I-C**

Secuencia granodecreciente, areniscas hacia la base masivas y en el techo con laminación plano paralela y estratificación en artesa, se presentan dos capas con gradación normal que varían de grano medio a fino, con granos subredondeados, algunas de las capas muestran una geometría tabular y otras cuneiforme, los colores predominantes son rosado grisáceo 5R 7/2 y rosado moderado 5R 7/4. Se clasifico la muestra de la base del intervalo como Arcosa Lítica, según la clasificación de Folk, 1974 (Ver figura 46)

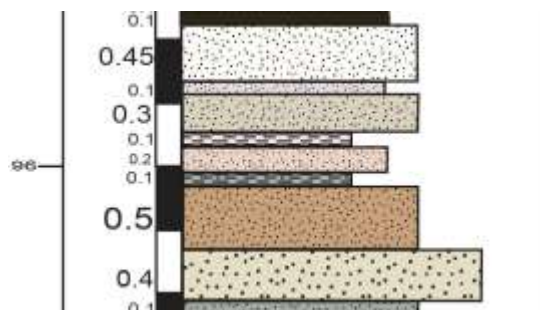
Figura 46. Formación Tibasosa, Segmento uno, Intervalo C.



- **Intervalo T-I-D**

Capas de areniscas sin estratificación visible, que en la base alcanzan tamaño grueso y decrecen hacia el techo del intervalo a arena fina, granos subredondeados, buena selección, geometría tabular y en pocos casos ondulosa, colores presentes de base a techo rosado grisáceo 5YR 8/1, rosado naranja grisáceo 10R 8/2, color gris muy claro N8 y blanco N9. Se presenta una intercalación de limolitas de geometría tabular hacia la parte media del intervalo color gris azulado claro 5B 7/1 y rosado grisáceo 5R 8/2. Este intervalo es la transición con el segmento II, de la Formación Tibasosa, en donde empiezan aparecer capas café grisáceo 5Y 3/2 (Ver figura 47)

Figura 47. Formación Tibasosa, Segmento uno, Intervalo D.



**7.3.2 Segmento dos:** El segmento se ubica en el punto P 36 al P 39 de la poligonal, del bastón 97 al 105, en las coordenadas en la base Norte: 1140064 Este: 1123097 y en el techo Norte: 1139976 Este: 1123050. El espesor es 10.5 m.

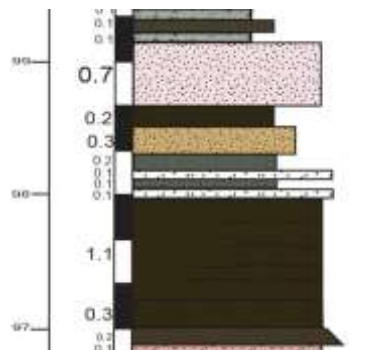
Segmento predominantemente arenoso, geometría ondulosa y tabular, tamaño de los granos fino a grueso, en algunas capas se reconocen pulsos conglomeráticos.

En la base del segmento presencia de capas color marrón grisáceo 5YR 3/2, hacia el techo capas con laminación plano paralela. Las secuencias granodecrescientes son predominantes.

- **Intervalo T-II-A**

Intervalo predominantemente arenoso de grano fino a medio en el que se distinguen, en la base una capa gruesa con laminación plano paralela color marrón grisáceo 5YR 3/2 y otras que comparten este color pero sin laminación visible, también capas delgadas de areniscas, color blanco, geometría tabular, intercaladas con limolitas gris medio N5 y capas color rosado grisáceo 5YR 8/1 de arena media, subredondeada y moderada selección (Ver figura 48)

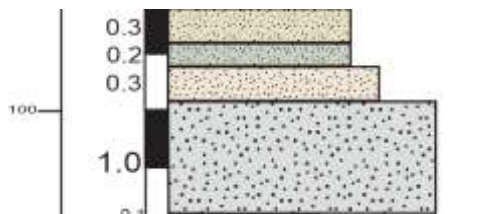
Figura 48. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo A.



- **Intervalo T-II-B**

Intervalo granodecreciente, en la base capa de 1m de arena gruesa, color gris azulado claro, sin estratificación visible, sobre esta yacen capas que decrecen en tamaño de grano hasta arena muy fina, presentan geometría tabular, granos subredondeados y en general buena selección, varían de color gris azulado claro 5B 7/1 a gris verdoso claro 5GY 8/1, y naranja muy pálido 10YR 8/2 (Ver figura 49)

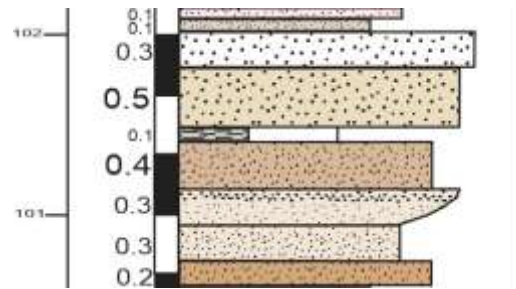
Figura 49. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo B.



- **Intervalo T-II-C**

Intervalo predominantemente arenoso, capas tabulares, que varían en tamaño de base a techo de grano medio a grueso, bien seleccionadas, masivas, granos subredondeados, el color predominante es rosado grisáceo 5YR 8/1 y naranja grisáceo 10 YR 7/4. También hay una capa muy delgada de lodolita hacia la parte media del segmento color gris verdoso claro 5G 8/1, geometría tabular, ligeramente fisil. El intervalo es una secuencia granocreciente (Ver figura 50)

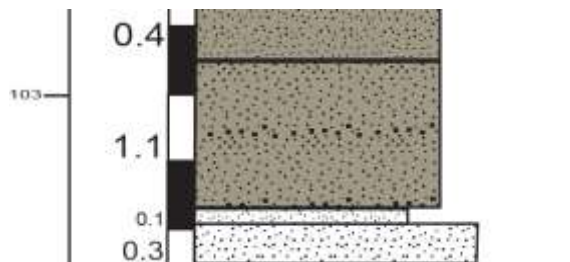
Figura 50. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo C.



- **Intervalo T-II-D**

Secuencia granodecreciente, completamente arenosa, en la base capas delgadas, que alcanza tamaño arena gruesa y en el techo capas gruesas de arena fina, geometría tabular, sin estructuras sedimentarias visibles, color predominante en la base blanco N9 y en el techo café grisáceo 5Y 4/1. Una de las capas de arenas finas presenta hacia la parte medio un pulso de granos más gruesos de hasta 1,2 cm algunos subangulares y otros subredondeados (Ver figura 51)

Figura 51. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo D.

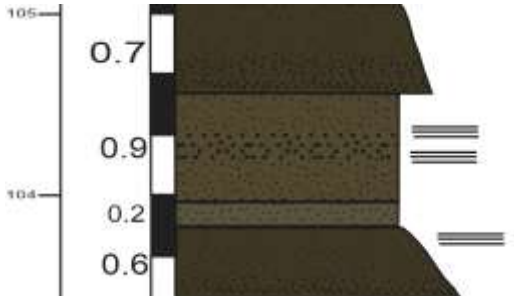


- **Intervalo T-II-E**

Capa de areniscas color marrón grisáceo 5YR 3/2 y marrón amarillo claro 10 YR 4/2, algunas presentan laminación plano paralela y otras son masivas, también hay presencia de capas grano decreciente que en su base presentan tamaño grueso y

arriba fino. La geometría de las capas es tabular, y sus granos son subredondeados. Una de las capas presenta un pulso conglomerático hacia la mitad de la capa. En términos generales este intervalo es granodecreciente (Ver figura 52)

Figura 52. Formación Tibasosa, Segmento dos, Intervalo E.



**7.3.3 Segmento tres:** El segmento está ubicado en el punto de la poligonal P 39 a P 41, bastón 105 a 109, y las coordenada en la base Norte: 1139976 Este: 1123050 y en el techo Norte: 1139936 Este: 1123126

En la base capa granodecreciente, color blanco N9, geometría tabular, sobre esta reposa areniscas de grano fino a medio, masivas, y algunas con estratificación cruzada interpuestas con Arcillolitas con laminación plano paralela.

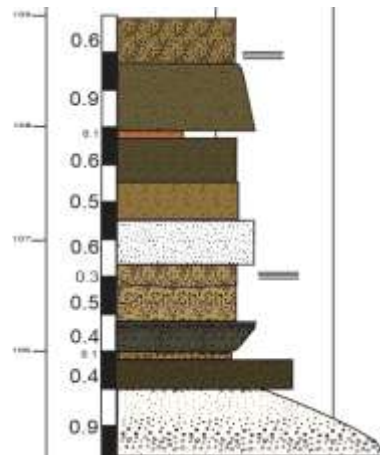
Composicionalmente constituido por Subarcosas y en menor medida Cuarzoarenitas.

- **Intervalo T-III-A**

Secuencia granodecreciente, hacia la base capa de arenisca conglomerática, color blanco N9, alcanza tamaño guijo a guijarro, con clastos sub angulares, sobre esta

reposa una intercalación de capas de arena gruesa a fina, masivas, tabulares, algunas granodecipientes, de color marrón grisáceo 5YR 4/1 y blanco N9, también capas de Arcillolitas ligeramente arenosas con laminación plano paralela color naranja amarillo oscuro 10YR 6/6 (Ver figura 53)

Figura 53. Formación Tibasosa, Segmento tres, Intervalo A.



## 8. PETROGRAFÍA

Las muestras se observaron bajo el microscopio petrográfico con luz refractada Nikon Eclipse E 200.

Las secciones delgadas proveen una visión en dos dimensiones de la relación espacial original de los materiales que conforman la roca, esta descripción en secciones delgadas nos permite identificar los elementos de la textura de la roca como armazón, matriz, granos, fábrica y contacto entre granos y el reconocimiento de minerales por medio de sus propiedades ópticas.

La base de la clasificación textural de las rocas sedimentarias siliciclásticas es el tamaño de grano, particularmente la presencia y el porcentaje de tres componentes: Grava, arena y lodo (CRUZ y CABALLERO, 2007)

La clasificación general de las rocas sedimentarias planteada por Folk 1974, tiene un enfoque típicamente de origen y se basa en la presencia de tres tipos de materiales sedimentarios: Terrígenos, Alquímicos y Orto químicos. La clasificación composicional para rocas terrígenas utiliza el cuarzo, Feldespato y Fragmentos de roca como principales constituyentes de estas rocas. (CRUZ y CABALLERO, 2007)

La identificación de la muestra está dada por la inicial del nombre de las autoras, seguido por el número del bastón y finalmente el número de muestra.

Figura 54. Sección delgada de Conglomerado correspondiente al Segmento Uno de la Formación Girón. Intervalo B. Bastón 19.


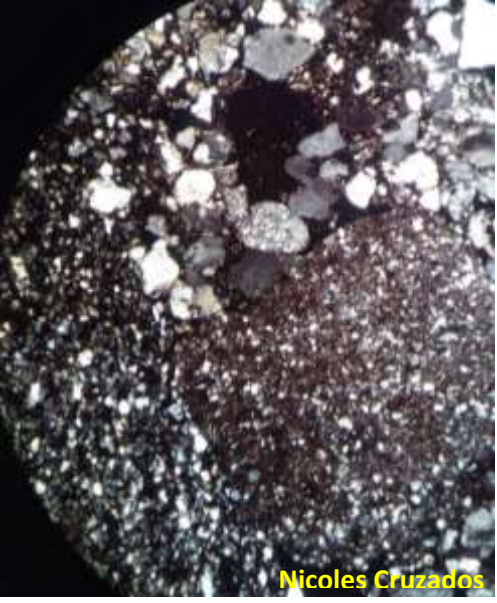
 <p style="text-align: right; color: yellow;"><b>Nicoles Paralelos</b></p>	 <p style="text-align: right; color: yellow;"><b>Nicoles Cruzados</b></p>
<p>Muestra <b>LM-19-1</b></p> <p>Conglomerado con una matriz areno lodosa, Comprende sedimentos tamaño grava (&gt; 2mm).Composicionalmente está formado por gravas de una misma composición (Olimicticos)</p>	<p>Compuesta por cuarzo monocristalino y policristalino (70%), feldespato (15%) y fragmentos de roca (5%) de diversos tamaños con granos subredondeados y subangulares, mal calibrado.</p>
<p><b>Nombre de la Roca: Conglomerado areno-lodoso lítico</b></p>	

Figura 55. Sección delgada de arenisca de grano fino. Segmento 2, de la Formación Girón. Intervalo E. Bastón 34.

 <p style="text-align: center;"><b>Nicoles Paralelos</b></p>	 <p style="text-align: center;"><b>Nicoles Cruzados</b></p>
<p><b>Muestra LM-34-1</b></p>	
<p>Arenisca de grano fino a muy fino, con matriz lodosa arenosa (10%), bien calibrada, con granos subredondeados y subangulares, y esfericidad variable.</p>	<p>Composicionalmente comprende cuarzo (75%), Feldespato (25%), fragmentos de roca (3%) y minerales accesorios como opacos y moscovita (7%).</p>
<p><b>Nombre de la Roca: Subarcosa</b></p>	

Figura 56. Sección delgada Arenisca Conglomerática. Parte media del Segmento 3, de la Formación Girón. Intervalo D. Bastón 52.

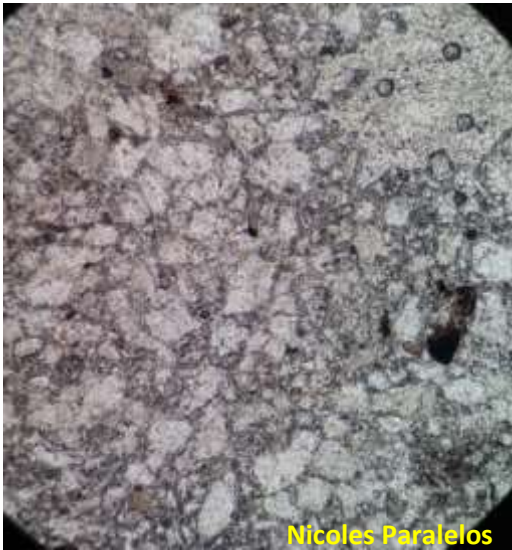
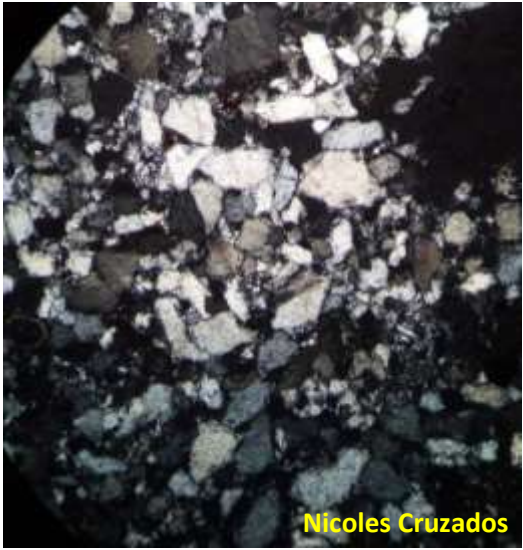
 <p style="text-align: right; color: yellow;"><b>Nicoles Paralelos</b></p>	 <p style="text-align: right; color: yellow;"><b>Nicoles Cruzados</b></p>
<p><b>Muestra LM-52-1</b></p> <p>Arenisca ligeramente gravosa con tamaños de grano que varían de grano fino a muy grueso, con una matriz lodosa arenosa (5%), mal calibrada, con granos subangulares y angulares.</p>	<p>Composicionalmente comprende cuarzo (60%), Feldespato (35%), líticos (3%) y minerales accesorios como opacos (2%).</p>
<p><b>Nombre de la Roca: Arcosa</b></p>	

Figura 57. Sección delgada arenisca ligeramente lodosa. Base del segmento 4, de la Formación Girón. Intervalo B. Bastón 70.


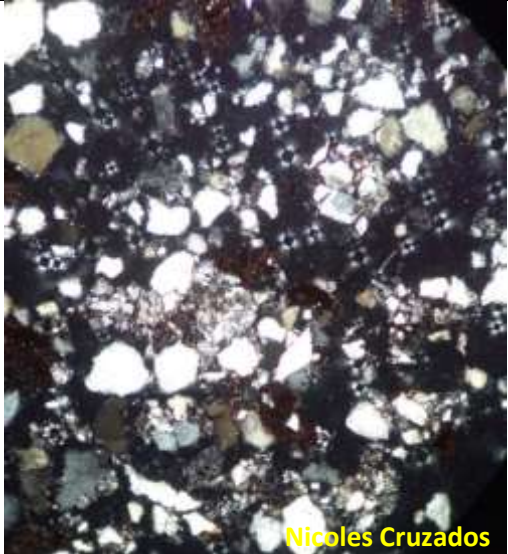
 <p style="text-align: center; color: yellow;">Nicoles Paralelos</p>	 <p style="text-align: center; color: yellow;">Nicoles Cruzados</p>
<p><b>Muestra LM-70-1</b></p> <p>Arenisca ligeramente lodosa con tamaños de grano que varían de grano fino a medio, con una matriz lodosa (10%), moderadamente calibrada, la forma de los granos predominantemente subangular.</p>	<p>La muestra presenta una matriz lodosa poco consolidada que se perdió en la elaboración de la sección delgada, por esta razón es que los granos parecen estar flotando. Composicionalmente comprende cuarzo (70%), Feldespato (25%), líticos (4%) y minerales accesorios como opacos (1%). Localmente se pueden observar granos que pueden llegar a ser guijos.</p>
<p><b>Nombre de la Roca: Arcosa</b></p>	

Figura 58. Sección delgada Arenisca Conglomerática, base de la Formación Tibasosa. Intervalo I. Bastón 90.

 <p style="text-align: right; color: yellow;"><b>Nicoles Paralelos</b></p>	 <p style="text-align: right; color: yellow;"><b>Nicoles Cruzados</b></p>
<p><b>Muestra LM-92-2</b></p> <p>Arenisca que presenta una avanzada alteración con tamaños de grano que varían de grano fino a muy grueso, mal calibrada, En la sección se puede apreciar el feldespato parcialmente disuelto y reemplazado por minerales del grupo de la arcilla y vetillas de Cuarzo.</p>	<p>Se distingue un feldespato parcialmente disuelto y reemplazado por minerales del grupo de la arcilla, también hay presencia de cuarzo monocristalino y vetillas de cuarzo. Composicionalmente comprende cuarzo (80%), Feldespato (15%), líticos (5%) y minerales accesorios como opacos (1%).</p>
<p><b>Nombre de la Roca: Subarcosa</b></p>	

## 9. ANÁLISIS CARBONO ORGANICO TOTAL (TOC)

En el segmento dos, intervalo a (T-II-A), de la Formación Tibasosa inferior (Sic), se encontraron unas capas lodosas y areno-lodosas de color café oscuro 5YR3/2 que al principio se pensó presentaban esa coloración por el alto contenido de materia orgánica.

Se escogieron dos muestras del bastón 98 con el tono más oscuro, la muestras se nombraron LM-b98-1 y LM-b98-2, estas se pulverizaron en el laboratorio de preparación de muestras geológicas de la Universidad Industrial de Santander y se enviaron al Laboratorio de Geoquímica del Petróleo del Parque Tecnológico de Guatiguará, para que se le realizara el análisis de Carbono Orgánico Total (TOC) y Pirolysis Rock eval con el objetivo de confirmar el ambiente de depositacion de la Formación Tibasosa inferior y conocer el contenido de materia orgánica, pero debido a que las muestras no evidenciaron un porcentaje igual o superior al 1.2% de Carbono Orgánico (TOC) (Ver Figura 59), (Ver Anexo E), no se realizaron los análisis de pirolisis Rock Eval.

El resultado del análisis TOC, permitió rechazar la hipótesis que teníamos de un ambiente de depositacion altamente afectado por actividad orgánica, para la Formación Tibasosa inferior (Sic).

Figura 59. Resultado de análisis Carbono Total (TOC). Para la muestra lodolita (LM-B98-1) Y Lodolita Arenosa (LM-B98-2). De la Formación Tibasosa inferior (Sic), segmento Dos, intervalo A.

ID Muestra cliente	Carbono Total ( TC)	
	Concentración % (p/p)	Desviación Estándar
LM-B98-1	0.268	0.0158
LM-B98-2	0.115	0.0102

## 10. ANALISIS DIFRACCION Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Para conocer porque las muestras del segmento dos, de la Formación Tibasosa Inferior (Sic), llamadas LM-B98-1 y LM-B98-2, presentan ese color café oscuro 5YR 3/2, se debe conocer en detalle la composición mineralógica y el contenido de elementos químicos, debido a esto, se realizaron análisis de Difracción y Fluorescencia de rayos X.

Los resultados obtenidos por DRX (Difracción de Rayos X) y FRX (Fluorescencia de Rayos X) (Ver Tabla 1 a 4) (Ver Anexo F y G) y por Análisis TOC, nos permiten suponer que el alto contenido en hierro (6,92% Y 15,45%) y la poca cantidad de materia orgánica, pueden ser producto de la diagénesis temprana, la cual afecta los sedimentos con alto contenido de materia orgánica. “En estos sedimentos el oxígeno se agota con rapidez. Sin embargo, la oxidación de materia orgánica actúa con la utilización de oxidantes alternativos, mediados por bacterias. De tal manera los compuestos que se emplean en las últimas etapas de la diagénesis temprana son el  $\text{SO}_4$  y el  $\text{CO}_2$ , disuelto en el agua de mar. En el primer caso, el producto resultante es el ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Este compuesto reacciona con el hierro liberado durante la disolución de los óxidos y oxihidróxidos de Fe, produciendo pirita. Este mineral no se genera directamente, sino que lo hace en una serie de etapas en las que intervienen distintos sulfuros de hierro precursores. Inicialmente precipitan monosulfuros, responsables de la coloración negruzca de estos sedimentos (ARCHE, 2010).

Tabla 1. Resultado de Dirección de Rayos X. Se reconocen las fases cristalinas identificadas en la muestra LM-B98-1. Tomada del Intervalo A, del segmento dos de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Bastón 98.

FASE		NOMBRE	CUANTITATIVO
<b>Cristalino</b>	SiO <sub>2</sub>	Cuarzo	41.69%
	K Al <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	Moscovita	18.3%
	H <sub>3.24</sub> CaO <sub>18</sub> Al <sub>3.60</sub> Si <sub>8</sub> 40 O <sub>24</sub>	Chabasita	N.C
<b>Total Cristalino</b>			59.99 %
<b>Amorfos y otros</b>			40.1 %

Tabla 2. Resultado de fluorescencia de RX. Muestra LM-B98-1. Tomada en la Base del intervalo A, del segmento A, de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Bastón 98.

Elemento	Numero atómico (Z)	Concentración %	Óxido	Concentración %
<b>Si</b>	14	20.29	SiO <sub>2</sub>	43.41
<b>Fe</b>	26	15.45	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.09
<b>Mn</b>	25	6.66	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.44
<b>Al</b>	13	5.00	MnO	8.60
<b>K</b>	19	1.62	K <sub>2</sub> O	1.96
<b>P</b>	15	0.50	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.14
<b>Zn</b>	30	0.25	MgO	0.37
<b>Mg</b>	12	0.22	ZnO	0.31
<b>Pb</b>	82	0.21	TiO <sub>2</sub>	0.27
<b>Ti</b>	22	0.16	PbO	0.22
<b>Ba</b>	56	0.14	BaO	0.15
<b>Ca</b>	20	0.05	CaO	0.07
<b>Zr</b>	40	0.03	ZrO <sub>2</sub>	0.04
<b>Cu</b>	29	0.01	CuO	0.01
			*L.O.I	11.92
<b>Elementos Minoritarios</b>				
Elemento	Número atómico (Z)	Concentración	Óxido	Concentración
<b>Rb</b>	37	61 mg/Kg	SrO	72 mg/ Kg
<b>Sr</b>	38	61 mg/Kg	Rb <sub>2</sub> O	66 mg/ Kg

Tabla 3. Resultado de Difracción de Rayos X. Se reconocen las fases cristalinas identificadas en la muestra LM-B98-2. Tomada en el Intervalo A, del Segmento 2, de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Bastón 98.

FASE		NOMBRE	CUANTITATIVO
<b>Cristalino</b>	SiO <sub>2</sub>	Cuarzo	57.3 %
	K Al <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) 2	Moscovita	11.0 %
	Ca Al <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub>	Laumontita	0.99 %
	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	Caolinita	9.7 %
	Ca (CO) <sub>3</sub>	Calcita	0.5 %
Total Cristalino			79.4 %
Amorfos y otros			20.6 %

Tabla 4. Resultado por fluorescencia de RX. Muestra LM-B98-2. Tomada del intervalo del segmento 2 de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Bastón 98.

Elemento	Número atómico (Z)	Concentración %	Óxido	Concentración %
<b>Si</b>	14	27.84	SiO <sub>2</sub>	59.57
<b>Al</b>	13	9.47	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.90
<b>Fe</b>	26	6.92	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.89
<b>Mn</b>	25	2.57	MnO	3.31
<b>K</b>	19	2.28	K <sub>2</sub> O	2.74
<b>Mg</b>	12	0.40	MgO	0.66
<b>P</b>	15	0.25	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.57
<b>Ti</b>	22	0.14	TiO <sub>2</sub>	0.23
<b>Na</b>	11	0.13	Na <sub>2</sub> O	0.17
<b>Ba</b>	56	0.11	BaO	0.12
<b>Pb</b>	82	0.06	ZnO	0.06
<b>Zn</b>	30	0.05	PbO	0.06

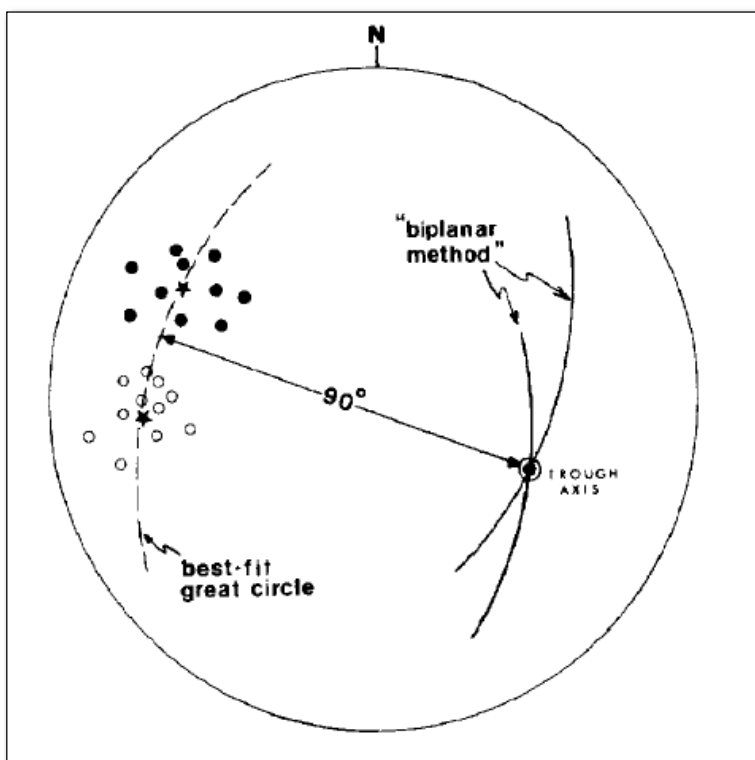
<b>Ca</b>	20	0.04	CaO	0.06
<b>Y</b>	39	0.02	SO3	0.03
<b>S</b>	16	0.01	Y2O3	0.02
<b>Zr</b>	40	0.01	ZrO2	0.02
			*L.O.I	4.54
<b>Elementos minoritarios</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Número atómico (Z)</b>	<b>Concentración</b>	<b>Óxido</b>	<b>Concentración</b>
<b>Cu</b>	29	82 mg/Kg	CuO	103 mg/Kg
<b>Rb</b>	37	77 mg/Kg	Rb2O	85 mg/Kg
<b>V</b>	23	44 mg/Kg	V2O3	79 mg/Kg
<b>Ni</b>	28	37 mg/Kg	NiO	43 mg/Kg
<b>Sr</b>	38	12 mg/Kg	SrO	14 mg/ Kg

## 11. DISTRIBUCIÓN DE PALEOCORRIENTES

Para determinar la dirección de las paleocorrientes se utilizó el método descrito por Decelles, 1982 a partir de datos tomados en artesas. El método consiste en tomar 15 a 30 mediciones, dependiendo de la exposición de la artesa divididas entre los dos flancos de la artesa.

Cada dato puede ser expresado en términos de la orientación de un estrato. Los polos de estos planos son plotados en un stereonet y posteriormente se determina la orientación del eje de la artesa, para así poder obtener la dirección de la corriente al momento de la depositación (RAMÍREZ *et al*, 2010).

Figura 60. Datos plotados para cada flanco de la artesa y posteriormente corregidos en el Stereonet para determinar la dirección de la corriente



Las paleocorrientes se tomaron en dos capas con estratificación cruzada en artesa, una partir de los datos tomados en dos capas con estratificación cruzada, una ubicada en bastón 63, intervalo I, segmento 3 de la Formación Girón y otra el bastón 95, Intervalo C, Segmento 1, de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Las mediciones se muestran en la tabla 1:

Tabla 5. Distribución de paleocorrientes para la capa del segmento 3, intervalo I de la formación Girón y la capa del segmento 1, intervalo C de la Formación Tibasosa Inferior.

<b>DISTRIBUCIÓN DE PALEOCORRIENTES</b>			
<b>FORMACIÓN GIRÓN (D1)</b>		<b>FORMACIÓN TIBASOSA (D2)</b>	
<b>Flanco Izquierdo</b>	<b>Flanco Derecho</b>	<b>Flanco Izquierdo</b>	<b>Flanco Derecho</b>
182/16	205/10	230/24	165/31
195/14	225/17	238/30	174/28
198/12	240/21	229/20	162/26
196/11	250/19	238/15	165/28
180/12	248/26	215/13	148/25
194/12	245/19	226/19	157/28

Figura 61. Diagrama de polos para D1. Los puntos verdes representan el flanco izquierdo y los puntos rojos el flanco derecho de la artesa.

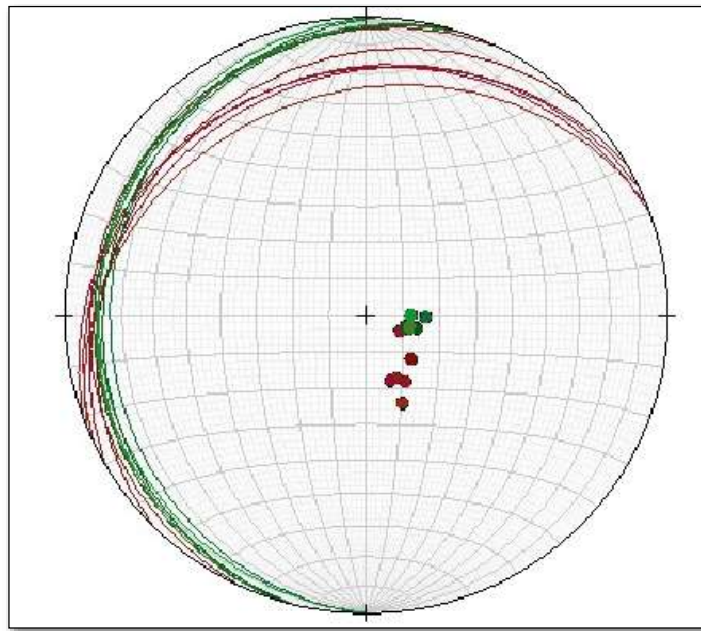


Figura 62. Diagrama roseta para la artesa D1. La dirección principal está dada por la flecha de color rojo (SE)

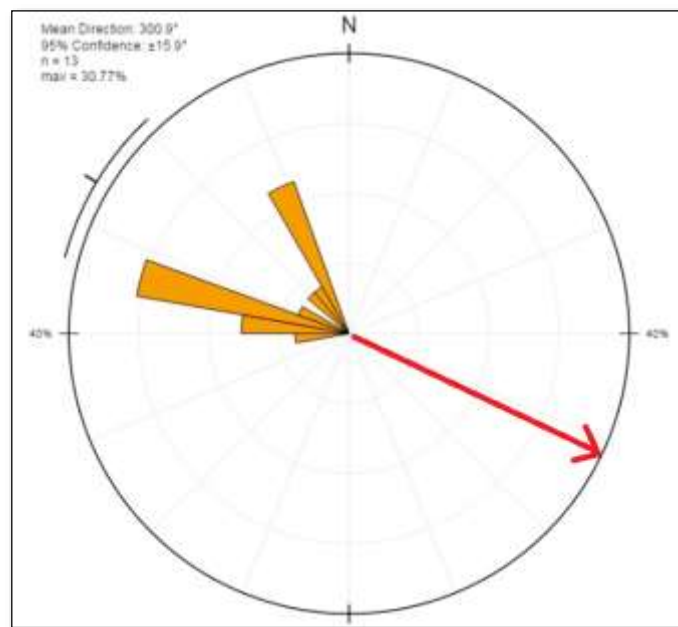


Figura 63. Diagrama de polos para D2. Los puntos verde oscuro representan el flanco izquierdo y los verde claro el flanco derecho de la artesa.

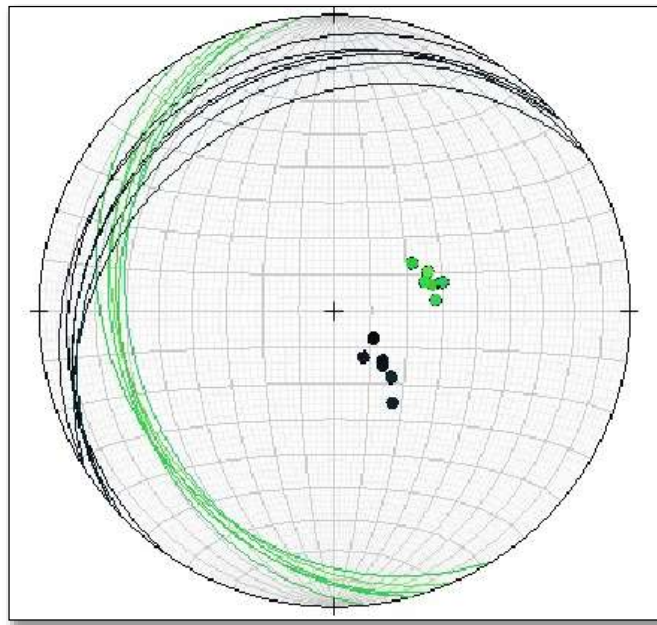
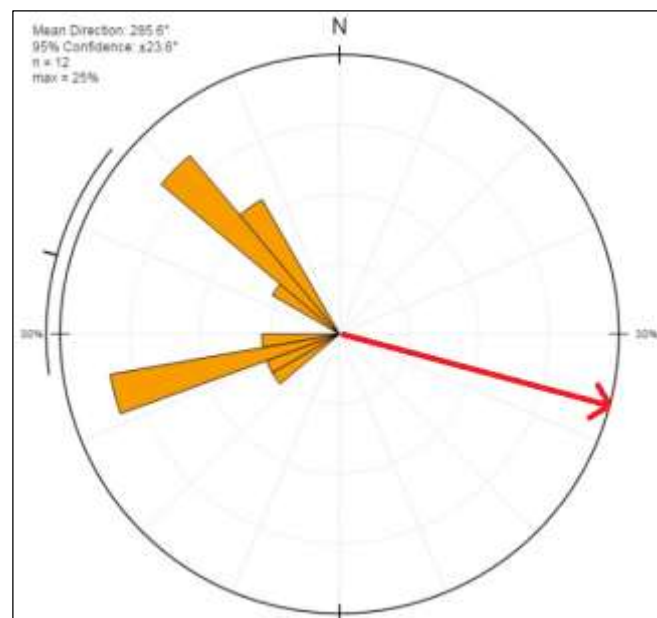


Figura 64. Diagrama roseta para la artesa D2. La dirección principal está dada por la flecha de color rojo (SE)



## 12. DESCRIPCIÓN DE FACIES

Las facies son la suma de todas las características litológicas (composición, textura y estructuras sedimentológicas) y paleontológicas que definen a una roca y permiten diferenciarla de las demás, a partir de las cuales se puede deducir su origen y el ambiente de formación. (TEICHERT, 1958) en (VERA, 1994)

El conjunto de facies que en combinación representan un ambiente de depositación se denomina asociación de facies. La asociación de facies se denomina a la distribución ordenada de varias facies elementales genéticamente relacionadas.

Muy pocas facies individuales son diagnosticas en un medio sedimentario.

A continuación se describen las principales características de las facies sedimentarias basadas en la clasificación de (MIALL, 1996), algunas modificadas por las autoras.

La letras mayúsculas G: (Gravas o Conglomerados), S: (Areniscas) y F: (Finos, lodos), indican el tamaño de grano predominante.

La letra minúscula define la textura o estructura sedimentaria que se encuentra en la roca. Si aparecen dos letras minúsculas, la letra que aparece en la parte media indica que la roca presenta una fábrica clasto o matriz soportada.

➤ **Facies Conglomerados clasto-soportados con gradación normal (Gcn)**

Conglomerados masivos con fabrica clastosoportada, los clastos son subangulares y angulares color violeta rojizo (5RP 4/2) están orientados al azar y corresponden principalmente a sublitarenitas y cuarzoarenitas que se encuentran flotando en una matriz que va de arena muy fina a conglomerática ligeramente lodosa. Presentan geometría tabular y una base erosiva. (Ver figura 65)

En la base del segmento se concentran hacia el NE los cantos de mayor tamaño con diámetros hasta de 30 cm o más.

Figura 65. Conglomerados clastosoportados con gradación normal (Gcn). Base del segmento uno, Formación Girón. Km 6, vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.



➤ **Facies Conglomerados clasto-soportados con gradación inversa (Gci)**

Conglomerados clastosoportados color violeta rojizo (5RP 4/2). El tamaño máximo de los clastos es de 13 cm de diámetro. Predominantemente los clastos son cuarzoarenitas arcosas y subarcosas de forma subangular y angular en una matriz arenosa a conglomerática.

En este segmento conglomerático se observan unos ciclos de gradación normal e inversa que se repiten. La cantidad de clastos y la heterogeneidad del tamaño de los clastos pueden indicar varios pulsos del flujo (Ver figura 66)

Figura 66. Conglomerados clastosoportados con gradación inversa. Formación Girón. Segmento uno. Km 6, vía Santa Rosa de Vitrebo- Tobasía.



➤ **Facies Conglomerados clasto-soportados masivos (Gcm):**

No presenta un arreglo preferencial. La capa presenta geometría tabular y los clastos son de forma angular y subangular en cuanto al tamaño de los clastos, este varia de gránulos hasta cantos de hasta 10 cm de diámetro en una matriz arenosa color rojo grisáceo (10R 4/2) de grano fino a grueso con 10 a 20% de lodo (Ver figura 67)

La composición principal de los cantos son cuarzoarenitas y arcosas.

Figura 67. Conglomerados clastosoportados masivos. Segmento uno, Formación Girón. Km 6, vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.



➤ **Facies Areniscas Conglomeráticas masivas (Scm)**

Areniscas conglomeráticas que alcanzan hasta tamaño guijarro, de forma angular y subangular, color morado rojo pálido (5RP 6/2) Y morado rojo grisáceo (5RP 4/2), presentan un espesor de hasta 1.5 m.

Figura 68. Capa de arenisca conglomerática masiva, Segmento Cuatro, Bastón 65.Km 5+400, Vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.



➤ **Facies Areniscas conglomeráticas grano decrecientes (Scg)**

Areniscas conglomeráticas que en la base alcanzan hasta tamaño grano y en el techo arena media, de color azul grisáceo (5PB 5/2) Y morado rojizo pálido (5RP 6/2), el espesor de las capas va desde 0.5 m hasta 1.8 m. (Ver figura 69).

Figura 69. Facies arenisca conglomerática granodecreciente asociada a Facies de Areniscas masivas (Sm) del Segmento Cuatro, bastón 74. Km 5+ 350, via Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.



➤ **Facies Areniscas grano decrecientes (Sg)**

Areniscas grano decrecientes que en la base alcanzan tamaño arena gruesa y en el techo arena fina, selección moderada de color rojo grisáceo (5R 4/2) y presencia de calcos de carga en la parte baja de la capa, espesor de 1.2 m

Figura 70. Facies Areniscas granodecrecientes (Sg), intercaladas con lodolitas bioturbadas (Fr) y lodolitas Masivas (Fm), techo del Segmento tres, bastón 64. Km 5+ 650. Via Santa Rosa de Viterbo- Tobasía



➤ **Facies Arenisca granocreciente (Sgi)**

Arenisca de grano muy fino a medio, granocreciente, color rosado grisáceo (5YR 8/1), rojo pálido (10R 6/2) y marrón grisáceo (5YR 4/1)

Figura 71. Relación entre las Facies Areniscas granocrecientes (Sgi) y las facies Lodolitas Masivas (Fm) del segmento Dos, Bastón 51. Km 750, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.



➤ **Facies Areniscas masivas (Sm)**

Areniscas masivas que varían el tamaño de grano de fino a grueso, de color morado rojo pálido (5RP 6/2) y en algunos casos gris medio (N5) presentan espesores desde 0.3 m hasta 2.3 m.

Figura 72. Bastón 78 a 80 se puede identificar las facies Areniscas masivas (Sm) presentes en el segmento cuatro de la Formación Girón, intercaladas con facies de Lodolitas masivas (Fm). Km 5+ 300 de la vía que conduce de Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.



➤ **Facies Areniscas con laminación plano paralela (SI)**

Areniscas de tamaño de grano fino a medio, color rojo grisáceo (5R 4/2), alcanza un espesor de hasta 90 cm, presenta laminación plano paralela.

Figura 73. Areniscas con Laminación plano paralela, bastón 56, Segmento 3, intervalo G de la Formación Girón. Km 5+ 650 de la vía que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.

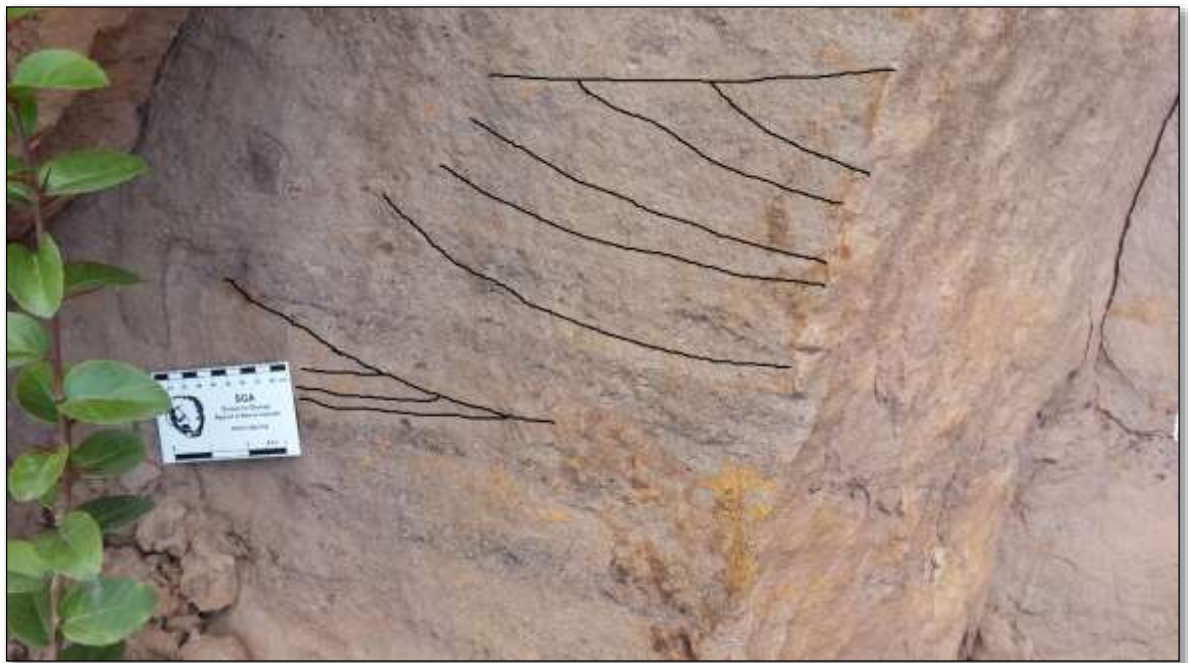


➤ **Facie Arenisca con estratificación cruzada en artesa (Sa)**

Comprende arcosas y arcosas liticas color naranja grisáceo (10YR 7/4) de granos subredondeados y redondeados de grano muy fino, fino, grueso y muy grueso, presenta fragmentos de roca entre 3 y 10%. Con estratificación cruzada en artesa, el espesor de los estratos varía de 30 cm hasta 2 metros, las capas tienen forma

cuneiforme y gradación normal. En algunas capas se observan lechos conglomeráticos hacia la base cuyos diámetros alcanzan hasta 2 cm (Ver figura 74)

Figura 74. Arenisca con estratificación cruzada en artesa, capa del techo del segmento 3 de la Formación Girón, intervalo I, bastón 63. Km 5+ 630, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.



➤ **Facies Areniscas con estratificación cruzada plana (Sp)**

Areniscas de grano fino, bien seleccionadas, subredondeadas a redondeadas, color blanco N9, estratificación cruzada plana, contenido de cuarzo que supera el 80%, bien compactadas, geometría tabular. Espesor 60 cm. Ver Figura 75.

Figura 75. Estratificación cruzada plana de una capa del segmento 3, intervalo A, de la Formación Tibasosa Inferior (Sic). Km 5+ 100, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.



➤ **Facies de Areniscas ligeramente lodosas masivas (Sfm)**

Areniscas ligeramente lodosas masivas, los colores representativos son rojo grisáceo (5RP 4/2) y azul pálido (5PB 7/2), el espesor alcanza desde 0.3 m hasta 1.9 m.

Están asociadas con facies de Areniscas masivas (Sm), Areniscas conglomeráticas masivas (Scm) y Areniscas ligeramente lodosas masivas (Sfm) (Ver figura 76)

Figura 76. Facies Areniscas ligeramente lodosas sin estratificación visible encontradas en el segmento Cuatro, Bastón 81. Km 5 + 350, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.



➤ **Facies Lodolita bioturbada (Fr)**

Lodolita de color rojo grisáceo (10R 4/2) y rojo grisáceo (5R 4/2), presencia de raíces y un porcentaje de bioturbación que aumenta hacia el techo del segmento tres en donde en la parte baja alcanza un 5% y en la parte superior hasta un 50%. Presentan un espesor de 1,5 m hasta 2,1 m (Ver figura 77)

Figura 77. Techo Segmento Cuatro de la Formación Girón, intervalo C. Facies lodolitas bioturbadas se pueden reconocer las raíces presentes en la capa de lodolita. Bastón 63. Km 5+ 400, vía Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.



➤ **Facies Arcillolitas con laminación plano paralela (FI)**

Arcillolitas color naranja amarillo oscuro (10YR 6/6), presenta laminación plano paralela y alcanza un espesor de hasta 50 cm (Ver figura 78).

Figura 78. Facies de Arcillolita con laminación plano paralela (FI) en la Formación Tibasosa Inferior (Sic), segmento 1, intervalo D, Bastón 10. Km 5+ 100, de la vía que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía.



➤ **Facies lodolita masiva (Fm)**

Lodolitas masivas color rojo grisáceo (10R 4/2) y violeta grisáceo (5P 4/2). El espesor de las capas varía entre 10 cm hasta 3 metros, la forma de las capas. Estas capas presentan diferentes geometrías, tabulares, acanaladas, en forma de cuña y lenticulares (Ver figura 79)

Figura 79. Facies lodolitas masivas. Segmento dos de la Formación Girón, intervalo F. Km 5 + 700, vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía.



## 13. ASOCIACIÓN DE FACIES

### **Asociación Uno**

Corresponde las facies Gcn, Gci, Gcm las cuales representan depósitos de sedimentos por flujo gravitacional (**FG**) (Debris flow) y se han agrupado para los bancos conglomeraticos clastosoportados del segmento uno, donde se observan gradaciones normales e inversas típicas en estos depósitos y que se interpretan como una transición en los mecanismos de transporte de varios pulsos, además la alta concentración de partículas en una matriz cohesiva que es capaz de soportar el volumen de clastos condiciona un comportamiento de tipo masivo (Miall, 1996)

Una capa de aproximadamente 20 cm de espesor entre los bancos conglomeraticos puede sugerir una fase de abandono o detenciones del flujo y posteriormente reactivación de este.

### **Asociación Dos**

Comprende las facies Scm y Fm, los niveles de areniscas conglomeráticas sugieren episodios de mayor flujo y se pueden relacionar a la formación de Barras (**B**) de río trezado, se encuentran en la zona de transición del segmento uno al dos. (Miall, 1996)

### **Asociación tres**

Comprende el conjunto de facies Sm, Sfm, Fm y Sgn, principalmente se presentan capas de areniscas de grano grueso que decrece hasta fino, sobre la cual reposan capas de material más fino desde lodolitas arenosas masivas a lodolitas masivas. Esta asociación representa la sedimentación de partículas en suspensión

principalmente sobre canales de corriente que han sido abandonados **(CA)**. (REINECK y SINGH, 1975; en GALVIS, y RUBIANO, 1985).

En ocasiones se presentan delgadas capas de areniscas masivas intercalándose con el material fino, lo que sugiere un abandono gradual del canal en (ARCHE, 2010)

### **Asociación Cuatro**

Comprende en su mayoría facies de textura fina, como facies de Lodolita masiva Fm, Facies de lodolita con laminación plano paralela Fl y en menor proporción Facies de lodolita bioturbada Fr, estas al ser depósitos de acreción vertical producto de la baja energía que presentaba la corriente, se relacionan a un sub ambiente de llanura de inundación **(LL)**, en donde la mayoría de la sedimentación ocurre por suspensión en periodos de inundación. (READING, 1996).

### **Asociación Cinco**

Comprende las Facies Sg, Sl y Sm, las cuales son propias de depósitos de acreción lateral (barra del meandro) **(BM)**, que son producto de la disminución paulatina de energía, que experimenta el caudal al ir ascendiendo sobre el margen convexo del canal, el cual va generando sobre este una disminución vertical del tamaño de grano y la aparición de estructuras sedimentarias de flujo bajo. (ARCHE, 2010)

### **Asociación Seis**

La presencia de facies de Areniscas con estratificación en artesa Sa que alcanza 2 m de espesor, areniscas conglomeráticas granodecipientes Scg, con base erosiva

y areniscas masivas Sm, , son características de depósitos de fondo de canales de alta energía (**CN**). (CLAVIJO, 1985)

### **Asociación Siete**

Las Facies de Arenisca granocreciente Sgi, asociadas con las Facies de lodolitas masivas Fm, se interpreta como un aumento gradual del flujo de la corriente, que permitio la rotura del dique natural y generando un depósito Crevasse Splay (**CS**). (ARCHE, 2010)

### **Asociación Ocho**

Las facies Sa, en asociación con Sm, Sl y Sg, al techo con arcillas y limos laminados Fl y bases erosivas son características de canales distributarios (**CD**), los cuales presentan menor profundidad que los canales fluviales y transportan material más fino (JAMES & DALRYMPLE, 2010)

### **Asociación Nueve**

Las facies granocrecientes Sgi, Lodolitas laminadas Fl, en conjunto con las Areniscas masivas (Sm), de geometría cuneiforme, son producto de depositacion de sedimentos gruesos en periodos de desbordamiento, los cuales con el tiempo forman los leves o diques naturales (**LV**) (JAMES & DALRYMPLE, 2010)

### **Asociación Diez**

Las Facies de arenisca conglomerática granodecreciente (Scg), de mediano espesor, conglomeráticas en la base y arena de grano fino en el techo, limpias y

muy compactas y areniscas con estratificación cruzada plana (Sp) son características propias de una barra de desembocadura (**BD**), la cual se localiza en la zona más somera, adyacente a la desembocadura (ARCHE, 2010).

### Asociación de Facies Formación Girón

Tabla 6. Asociación de Facies y Subambientes, para la Formación Girón.

SEGMENTOS	ASOCIACIÓN	SUBAMBIENTE
Segmento 1	Gcn+ Gci+ Gcm	FG ( Flujo Gravitacional)
Segmento 2	Scm+ Fm Sm+ Sfm + Sgn + Fr Sa+ Scg Fm+ Fl+ Fr	B (Barras sistemas Trenzados) CA (relleno de Canal) CN (Deposito de fondo de Canal) LL (Llanura de Inundación)
Segmento 3	Sgi + Fm Fm+ Fl+ Fr Sa+ Scg Sg+ Sm + Sl	CS (Crevasse Splay) LL (Llanura de Inundación) CN (Deposito de fondo de Canal) BM (Barra de Meandro)
Segmento 4	Fm+ Fl+ Fr Sgi + Fm Sa+ Scg Sg+ Sm + Sl Sm+ Sfm + Sgn + Fr	LL (Llanura de Inundación) CS (Crevasse Splay) CN (Deposito de fondo de Canal) BM (Barra de Meandro) CA (relleno de Canal)

## Asociación de Facies Formación Tibasosa Inferior (Sic)

Tabla 7 Asociación de Facies y subambientes de la Formación Tibasosa

SEGMENTOS	ASOCIACIÓN	SUBAMBIENTES
Segmento 1	Sgi+ Sm+ Fl Sa+ Scg+ Sm Sgi+ Fm	LV (Levee) CN (Deposito de fondo de Canal) CS (Crevasse Splay)
Segmento 2	Sa+ Sm+ Sg + Fl Sm+ Sfm+ Sgn + Fr Fl+ Fm+ Fr Sgi+ Fm	CD (Canal Distributivo) CA ( Relleno de Canal) LL (Lanura de Inundación) CS (Crevasse Splay)
Segmento 3	Sm+ Sfm+ Sgn + Fr Sa+ Sm+ Sg + Fl Scg+ Sp Sgi+ Fm	CA ( Relleno de Canal) CD (Canal Distributivo) BD (Barra de desembocadura) CS (Crevasse Splay)

## 14. ANÁLISIS PALEOAMBIENTAL

### Formación Girón

En base a las facies y la asociación de facies descrita la Formación Girón ha sido interpretada como de origen fluvial.

Las características más importantes que permiten formular esta idea son los elementos arquitectónicos encontrados: Canales de ríos (CN), depósitos asociados la actividad de canales como, de acreción lateral (Barras de Meandro BM) y de abandono de canal (CA). (MIALL, 1996).

También se registran depósitos de desbordamiento próximos al canal, llamados Crevasse splay, que son producto de un aumento repentino de la corriente la cual rompe el dique y sobrepasa la llanura de inundación. (READING, 1996) y alejados del canal denominados llanura de inundación (ARCHE, 2010).

Las capas conglomeráticas masivas algunas con gradación inversa y otras con gradación normal, suponen un flujo de energía muy superior al resto de los segmentos presentes en la Formación Girón, estas facies están asociadas a depósitos de sedimentos por flujo gravitacional (FG) (MIALL, 1996).

En conclusión, debido a que el segmento uno de la Formación Girón corresponde a un Flujo Gravitacional (FG) el cual presenta un material mucho más grueso que el resto de los segmentos se interpreta como perteneciente a un estilo fluvial diferente, el cual transporta como carga de fondo gravas, arenas o las dos, este sistema es denominado sistema tipo trezado, está caracterizado por canales amplios y poco profundos, en los que durante los períodos de aguas bajas se observan múltiples cursos que se separan y reagrupan entorno a barras o islas (ARCHE, 2010).

En los Segmentos dos, tres y cuatro caracterizados por ser segmentos en su mayoría arenosos y lodosos, propios de un sistema fluvial de sinuosidad más alta que el segmento uno y en donde además se identificaron elementos arquitectónicos como canales (CN), llanuras de inundación (LL), Barras (B), Crevasse Splay (CS) y canales abandonados (CA), todos estos característicos de un estilo fluvial Meandriforme los cuales “se desarrollan sobre pendientes bajas, con corrientes que transportan una relación carga en suspensión

/carga en tracción elevada y con materiales cohesivos en sus márgenes (LEOPOLD y WOLOMAN, 1957; SCHUMMM y KAHN, 1972) en (ARCHE, 2010), estos sistemas ,muestran una separación más organizada de los ambientes de canal y de desbordamiento que los de baja sinuosidad (ARCHE, 2010)

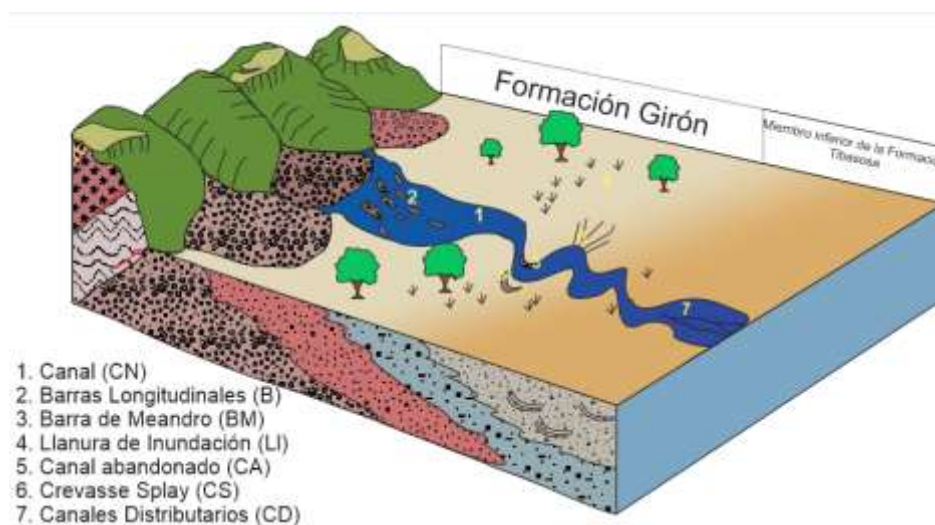
#### Formación Tibasosa Inferior (Sic)

En esta Formación se identificaron en su mayoría sub ambientes de Canal Distributivo (CD), y en menor proporción canal abandonado (CA), también se reconocieron depósitos de desbordamiento como Crevasse Splay (CS) y dique natural o levee (LV). En el techo de la Formación se distinguen unas capas de areniscas limpias granodecrescentes, comoglomeraticas en la base, que representan barras de desembocadura (BD).

Finalmente todos estos elementos arquitectónicos, además del pequeño porcentaje de carbonato de calcio encontrado en una muestra de la parte media de la unidad (Ver Anexo F), la ausencia de fosiles de origen marino, nos permiten suponer que el ambiente donde se depositaron estos sedimentos era una llanura deltaica dominada por procesos fluviales (ARCHE, 2010).

En la Figura 80 se observa el esquema de interpretación del modelo ambiental de la Formación Girón y la Formación Tibasosa Inferior (Sic).

Figura 80. Esquema de interpretación del modelo ambiental de la Formación Girón y la Formación Tibasosa Inferior (Sic).

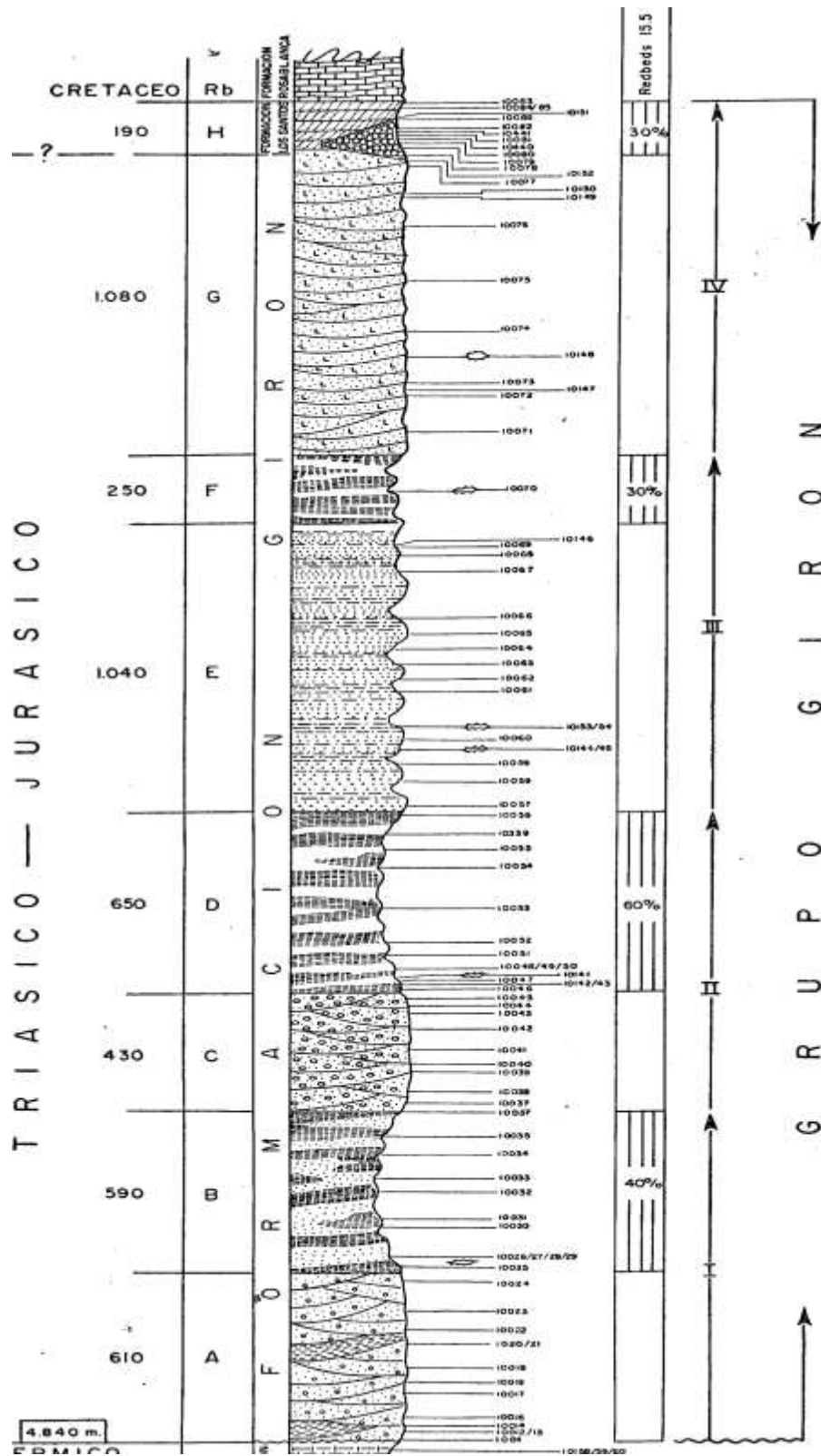


## 15. DISCUSIÓN

Las relaciones estratigráficas de los depósitos Jurásico Superior y Cretácico Inferior al igual que en el departamento de Santander siguen siendo tema de discusión en el macizo de floresta.

El Grupo Girón propuesto para la sección descrita en el río Lebrija de (CEDIEL, 1968) se divide en ocho segmentos que en general representan hacia la base una variación cíclica de areniscas con laminación cruzada con lechos conglomeráticos con limolitas rojas (red beds) (segmentos A, B, y C), en la parte media interestratificación de areniscas de grano medio a grueso con capas rojas de hasta 1 metro de espesor (Segmento D), hacia la parte media superior (segmento E) predominan las areniscas y lutitas de color gris azulado con algunos lechos conglomeráticos. En la parte superior de la secuencia, se tiene un conjunto de areniscas de grano fino a grueso, bien calibradas (CEDIEL, 1968) (Ver figura 81)

Figura 81. Columna estratigráfica tipo del Grupo Girón. Cediel 1968.



Más hacia el SSW, en la Serranía de Los Cobardes? la Formación Girón en esta región infrayace a la Formación Arcabuco, mientras que al Norte cerca de las poblaciones de Galán – La Fuente infrayace a la Formación Rosablanca (PULIDO *et al*, 1986).

En el Macizo de Floresta la Formación Girón se ha descrito como una franja que aflora al oriente y al occidente del Macizo: Por el sector de la carretera Belén – Paz del Río, y en el sector de la carretera que de Santa Rosa de Viterbo conduce a Tobasía y al nororiente de Nobsa.

Las sección de la Formación Girón de Nobsa descrita de manera muy general en López y Mesa, 1997 constituye una sucesión de capas gruesas a muy gruesas tabulares de conglomerados polimícticos clastosoportados, bien consolidados, en la parte media y una alternancia de capas gruesas a muy gruesas de areniscas intercaladas con capas delgadas de lodolitas. La sección de la Formación Girón en Nobsa es predominantemente conglomerática (Ver figura 82, 83 y 84) Al igual que la sección de la Quebrada El Manglar levantada en los flancos SE y NW de un sinclinal apretado (LÓPEZ y MESA, 1997) en esta última, se han reportado diques de composición félsica (Clavijo s.s, 2016) lo que pone en duda su correlación con la Formación Girón de Santander ya que en esta no se han reportado dichos depósitos. Las facies predominantes en estas secciones son los conglomerados.

Figura 82. Secciones generalizadas descritas por López y Mesa, 1997 para Nobsa (Izquierda) y Quebrada El Manglar, Municipio de Corrales (derecha)-flancos NE Y SW respectivamente, de un sinclinal.

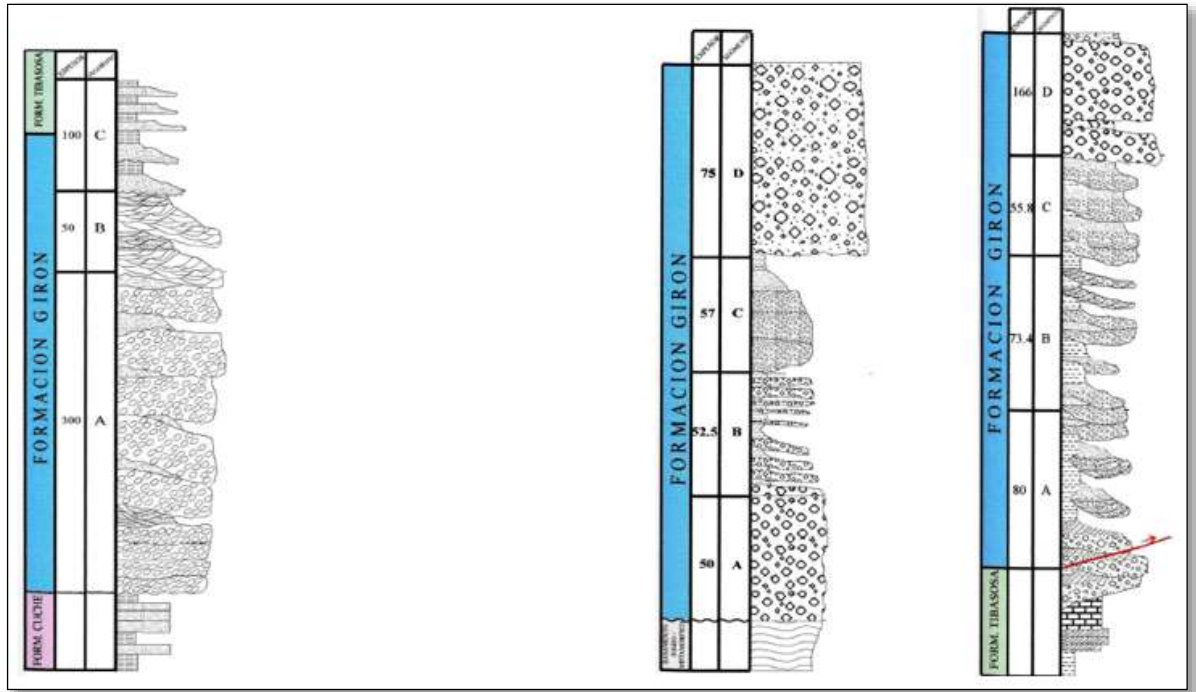


Figura 83. Segmento conglomerático de la Formación Girón en la sección Nobsa. Km 1 Cabecera Municipal de Nobsa a Vereda Guaquira.



Figura 84. Segmento conglomerático Formación Girón, sección Nobsa. Km 1 Cabecera Municipal de Nobsa a Vereda Guaquira.



Otra formación del Jurásico Superior litológicamente muy similar a la Formación Girón es la Formación La Rusia, compuesta por conglomerados, arenitas y limolitas rojas que descansa sobre la Formación Montebel e infrayace la Formación Arcabuco en el área del páramo de la Rusia, se puede plantear la posibilidad de que se haya denominado Formación Girón a varias unidades del Jurásico Superior litológicamente similares pero que representan ambientes de depositación diferentes.

Comparando la sección tipo (Río Lebrija) con la sección descrita en la vía Santa Rosa de Viterbo-Tobasía, se puede apreciar una correspondencia con algunos segmentos de esta sección en particular, pero no en el espesor ya que difiere en cientos de metros de espesor.

Según KAMMER, 1996, las capas rojas que siguen discordantemente al conjunto paleozoico del Macizo, y las cuales se han correlacionado con la Formación Girón, muestran manifestaciones de actividad ígnea lo cual se corrobora con la presencia de diques de composición felsica de tonalidades amarillentas y rosadas que claramente intruye las rocas de la formación Girón localizado al occidente de la escuela Saurca, área rural de Beteitiva, este cuerpo que en la cartografía muestra unos 800 m de largo por 500 de ancho. Este autor señala que la presencia de estos cuerpos intrusivos cuestiona seriamente la correlación de los estratos rojos aquí descritos, con los presentes en el Grupo Girón de Santander, ya que no se han reconocido, en la localidad tipo, ni depósitos piroclásticos ni cuerpos intrusivos. (GEOESTUDIOS, 2006)

La Formación Tibasosa llamada así por (RENZONI, 1981), edad: Valanginiano - Albiano tardío, (ÁLZATE y BUENO, 1994). (RENZONI, 1981) subdivide la formación en cuatro miembros, los cuales fueron denominados de base a techo como: "Miembro Basal (Kit4), compuesto por conglomerado, limolitas y areniscas, a veces conglomeráticas; Miembro Calcáreo Inferior (Kit3), constituido principalmente por shales, calizas arenosas y areniscas; Miembro Arenáceo Intermedio (Kimt2), compuesto por shales y areniscas, y el Miembro Calcáreo Superior (Kmt1), formado por shales, caliza lumaquéllica y areniscas". (ULLOA *et al* 2001)

En el documento de la Plancha 172 Paz del río, se agrupó la Formación Tibasosa en dos conjuntos: "El conjunto inferior (Kit1) correspondiente al Miembro Basal (Kit4) de Renzoni y el Conjunto Medio Superior (Kit2) correspondiente al Miembro Calcáreo Inferior (Kit3), Miembro Arenáceo Intermedio (Kimt2) y al Miembro Calcáreo Superior (Kmt1) de Renzoni." (ULLOA *et al* 2003).

Para el presente trabajo de grado nos enfocamos en el Conjunto Inferior (Kit1) correspondiente al miembro Basal de Renzoni el cual consta de una sucesión de arenitas cuarzosas de grano fino, medio, grueso a conglomerática e intercalaciones esporádicas de lodolitas arenosas, grises verdosas y amarillentas. De este miembro

se midió un espesor de 35.65 m en el sector de Santa Rosa de Viterbo, Tobasía (Rodríguez & Solano, 2000), en el mismo lugar donde se realizó este proyecto de grado y en donde el espesor hallado por método de bastoneo fue 34.5 m. La descripción de este miembro cumple con lo encontrado en el afloramiento, pero no registra la presencia de capas de lodolitas y en ocasiones lodolitas ligeramente arenosas de color café oscuro, encontradas en la parte media de la Formación Tibasosa Inferior (Sic).

En la vía Santa Rosa de Viterbo- Tobasía, la Formación Tibasosa inferior (Sic) se encuentra supra yaciendo a la Formación Girón edad Jurásico superior-Cretácico inferior (PONS, 1982) en (ROYERO y CLAVIJO, 2001), la cual midió un espesor de 246.15 m, incluyendo los intervalos cubiertos, se subdividió en cuatro segmentos, el segmento G-I Conglomerados clasto y matriz soportados, G-II Intercalaciones de areniscas y lodolitas, G-III Lodolitas interpuestas con capas gruesas de areniscas y G-IV areniscas ligeramente conglomeráticas intercaladas con lodolitas azul grisáceas.

La sección tipo de la Formación Girón fue definida por (CEDIEL, 1968) quien la describió en el valle del Rio Lebrija y junto a la Formación los Santos la denominó Grupo Girón, midió un total de 4650 m y fue dividida en ocho conjuntos litológicos, Formación Girón (A-G) y Formación los Santos (H).

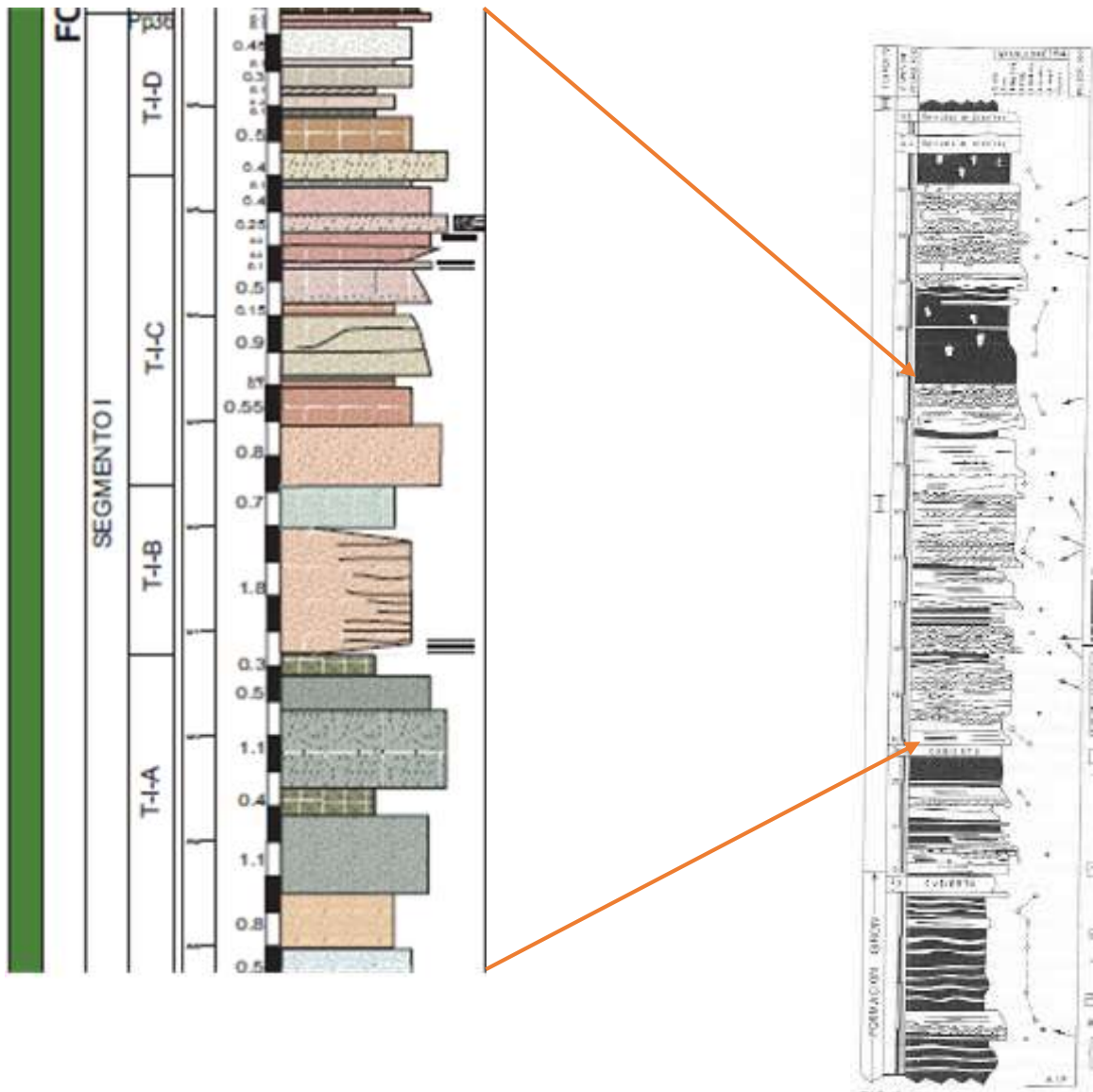
Por su posición estratigráfica la Formación Tibasosa Inferior (Sic) y la Formación los Santos se podrían correlacionar, ya que las dos se encuentran suprayaciendo a la Formación Girón y tienen edad cretácico inferior. La Formación Tibasosa Valanginiano - Albiano tardío, (ALZATE y BUENO, 1994), y la Formación los Santos Berriasiano - Hauteriviano (ROYERO y CLAVIJO, 2001).

Debido a que los espesores de la Formación Tibasosa Inferior (Sic) y la Formación de los Santos varían notablemente, el primero de 31.5 m y el segundo de 296.5m, se realizara una comparación y no una correlación con algunos intervalos.

La descripción de la Formación Tibasosa inferior (Sic) realizada en el presente proyecto, fue dividida en tres segmentos, por presentar rasgos litológicos diferentes, la Formación los Santos por (LAVERDE y CLAVIJO, 1985), también está dividida en tres segmentos.

El primer segmento de la Formación Tibasosa Inferior (Sic), se compara con la parte media de la Formación los Santos, caracterizado por “capas gruesas y muy gruesas de geometría tabular a lenticular, con estratificación en artesa, inclinada plana y maciza, areniscas granodecrecientes, contactos ondulados, e intercalación de capas medianas de lodolitas arenosas. Composicionalmente el contenido de Cuarzo es entre 80 a 90%”, (LAVERDE y CLAVIJO, 1985). Las estructuras sedimentarias, la geometría de las capas, la textura y la composición (Subarcosa >75% Qz), cumplen con la descripción realizada del Segmento T-I por las autoras de este proyecto. (Ver Figura 84)

Figura 85 Comparación del Segmento Uno de la Formación Tibasosa Inferior (Sic), elaborada por las autoras del presente trabajo (Izquierda) y la parte media del Segmento Uno de la Formación los Santos (LAVERDE & CLAVIJO, 1985)



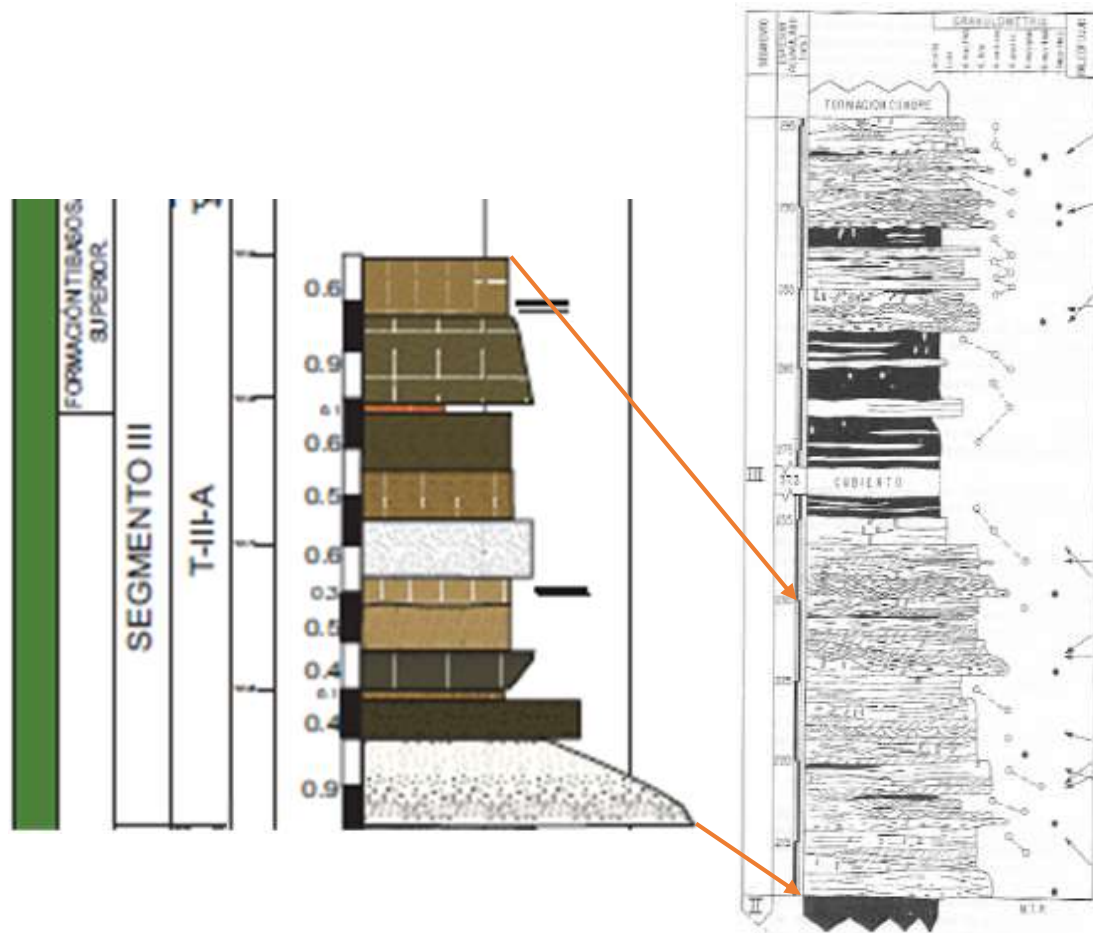
La parte media del segmento Dos de la Formación los Santos, “compuesto por capas medianas a gruesas de areniscas de grano medio, otras granodecrecientes, de gemetira tabular o lenticular, estratificación en artesa, laminación plano paralela, macizas, contactos erosivos, interestratificadas con algunas capas gruesas de lodolitas a lodolitas arenosas, exhiben colores que va desde rojo moderado (5R 5/4), al rojo claro (5R 6/6) a rojo carmelita rojizo pálido (10R 5/4), la estratificación es

predominantemente maciza, en sectores laminación ondulosa, se caracteriza por presentar abundantes vestigios vegetales, algunos carbonáceos así como “Fantasmas de Raíces” (Laverde & Clavijo, 1985). Esta parte media del segmento, se puede comparar con el segmento dos de la Formación Tibasosa Inferior (Sic), descrito en este trabajo porque se parecen texturalmente, por la geometría de sus capas, pero en el caso de las estructuras sedimentarias en la Formación Tibasosa inferior (Sic) no se encontró laminación ondulosa sin embargo, la estratificación maciza también es predominante en este segmento, además el color rojizo de las capas en la Formación los santos se correlaciona con el color café de las capas en la Formación Tibasosa inferior (Sic) debido a que estos colores pueden explicarse por los óxidos de Hierro presentes así:” la Hematita ( $Fe_2O_2$ ) color rosado; por la limonita (Hierro de pantanos) color amarillo y café; por la Goetita (Hierro acicular) pardo oscuro a negro y por el hierro libre o nativo, verde, púrpura o negro” (GEOCACHING, 2016), además los resultados obtenidos del análisis de fluorescencia de rayos x, a dos muestras de estos niveles color café oscuro, dieron como resultado un porcentaje de hierro mayor al 6 % (Ver Anexo F). (Ver figura 85)



inclinada y a arenitas de grano fino donde alternan estratificación cruzada plana con laminación cubetiforme de pequeña a gran escala". (Laverde & Clavijo, 1985). La base de este segmento es comparable con el segmento T-III principalmente por las secuencias granodecipientes, por la textura, por la estratificación cruzada plana y maciza, por la geometría de las capas algunas tabulares y otras onduladas. (Ver Figura 86)

Figura 87 Comparación del Segmento Tres de la Formación Tibasosa Inferior (Sic), descrita en el presente trabajo (Izquierda), con la parte inferior de la Formación los Santos descrita por (LAVERDE & CLAVIJO, 1985) (Derecha)



Composicionalmente la Formación los Santos está compuesta esencialmente por cuarzo (80-90%), los feldespatos oscilan de 3 a 8% incrementando su contenido hacia la base del segmento uno, para el segmento dos los feldespatos alcanzan entre 3-5 % y en el segmento tres hay presencia de cuarzoarenitas (LAVERDE y CLAVIJO, 1985)., para la Formación Tibasosa inferior (Sic) las rocas varían de Subarcosa a Cuarzoarenita hacia el techo de la unidad, lo que significa según la formula promedio un porcentaje de Cuarzo mayor a 75% y Feldespatos menor a 15% aproximadamente.

Además “La Formación Los Santos refleja el registro de la parte final de un complejo de sistemas de depósito de origen continental que procede a la ingresión marina cretácica” (LAVERDE y CLAVIJO, 1985) y la Formación Tibasosa inferior (Sic) según las autoras del presente proyecto refleja un ambiente de transición específicamente llanura deltaica.

En conclusión aunque el espesor de las Formaciones sea diferente, la Formación los Santos (295,6 m) y la Formación Tibasosa inferior (Sic) (31.5 m), se pueden comparar porque las dos están constituidas por tres segmentos que comparten características texturales, composicionales, geométricas, estructurales y el ambiente de sedimentación.

## 16. CONCLUSIONES

La Formación Girón descrita en la carretera que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía, Boyacá, presenta un espesor total de 246.15 m y de acuerdo a parámetros litológicos está dividida en cuatro segmentos, un segmento conglomerático hacia la base, el segmento dos que corresponde a intercalaciones de lodolitas y areniscas, lodolitas con capas gruesas de areniscas en el segmento tres y el segmento cuatro por lodolitas y areniscas azul grisáceas.

Composicionalmente la Formación Girón está constituida principalmente por areniscas que varían de Arcosa a Subarcosa.

El ambiente sedimentario en el cual se depositó la Formación Girón corresponde a un ambiente continental fluvial, el cual varía de trezado para el Segmento G-I a meandriforme para el segmento G-II, G-III, G-IV y la Formación Tibasosa Inferior (Sic) se habría depositado en un ambiente de llanura deltaica.

La Formación Tibasosa Inferior (Sic), en la carretera que conduce de Santa Rosa de Viterbo a Tobasía, en el departamento de Boyacá, presenta un espesor de 31,5 m, y se encuentra suprayaciendo a la Formación Girón, reposando en concordancia.

En las capas de lodolita y lodolita arenosa de color café oscuro encontradas en la parte media de la Formación Tibasosa se encontró que el porcentaje de carbono orgánico no supera el 1 %. Los análisis de Fluorescencia de rayos X, muestran que el contenido de Hierro, es de 6.92% para una muestra y de 15.45% para la otra.

Composicionalmente la Formación Tibasosa está constituida en su mayoría por Subarcosa, en el techo de la Formación aparecen Cuarzoarenitas.

El miembro de la Formación Tibasosa descrita en el presente trabajo, y la Formación los Santos descrita en Zapatoca por (Laverde & Clavijo, 1985), se pueden comparar litológicamente, aunque no presentan el mismo espesor, comparten otras

características como textura, estructuras sedimentarias, ambiente de depositación y posición estratigráfica.

Para estandarizar la nomenclatura estratigráfica se propone designar Grupo Girón a esta sección descrita incluyendo el miembro inferior de la Formación Tibasosa sin embargo es necesario realizar estudios detallados en diferentes localidades.

## 17.RECOMENDACIONES

Realizar una comparación detallada en la distancia del Grupo Girón desde la sección tipo hasta el Macizo de Floresta.

Revisar la cartografía especialmente para la Formación Tibasosa ya que la parte basal, que solo se ha reconocido en Nobsa, corresponde a un segmento Conglomerático color crema, que en ocasiones se han confundido con los conglomerados de la Formación Girón.

Realizar un estudio estratigráfico y sedimentológico detallado de los Afloramientos del miembro de la Formación Tibasosa, en diferentes sectores para observar si las capas color marrón presentan continuidad lateral o solo se reportan en este sector.

Con respecto a las secciones de la Formación Girón, descritas en Nobsa y la quebrada El Manglar es necesario realizar un estudio estratigráfico detallado ya que los diques de composición félsica que se han reportado en estas secciones no coinciden con lo descrito en la estratigrafía de la Formación Girón.

## BIBLIOGRAFIA

ALLEN, J. R. L. Finning upward cycles in alluvial successions. *Geological Journal*. [En línea]. 1965. Volumen 4. N° 2 p. 229-246. [Consultado: 24 abril 2016] Disponible en Wiley Online Library, vía Universidad Industrial de Santander: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/gj.3350040201/pdf>

ALZATE DIAZ, Juan Carlos y BUENO VARGAS, Mauricio. Análisis estratigráfico secuencial de las rocas cretácicas de la parte oriental del departamento de Boyacá, municipios de Belencito y Aquitania. Trabajo de grado Geólogo. Bogotá, D.C. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Departamento de Geociencias, 1994. P. 27.60

ARCHE, Alfredo. Sedimentología del Proceso físico a la cuenca sedimentaria. Textos Universitarios. Consejo superior de Investigaciones Científicas. España. 2010. p.225-600. [Consultado: 18 de julio de 2015] Disponible en: <http://biblioises.com.ar/Contenido/500/550/Sedimentologia-Del-Proceso-Fisico-a-La-Cuenca.pdf>

AYALA-CALVO, Rosa Carolina *et al.* Paleomagnetismo y Mineralogía Magnética en las unidades del Mesozoico de Bucaramanga y el Macizo de Floresta. *Geología Colombiana* [en línea] Diciembre 2005. No. 30. p. 49-66. Disponible en Web: <http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/geociencias/revistageologia/gcolombiana30/5-RAYALA2.pdf>

BARRET, S.F. The Devonian System in Colombian. Devonian of the World.- Canadian Society of Petroleum Geologists. Canada. 1988. pp. 705-717. [Consultado: 22 de Marzo de 2016]. Disponible en Web: [http://archives.datapages.com/data/cspg\\_sp/data/014/014001/705\\_cspgsp014a0705.htm](http://archives.datapages.com/data/cspg_sp/data/014/014001/705_cspgsp014a0705.htm)

BLANCO, Mayra. Y RINCÓN, Ángela. Contacto entre las Formaciones Girón y Los Santos (Tambor) en los alrededores de La Mesa de los Santos y Rouitoque, Santander. Bucaramanga. Trabajo de grado. Facultad de Geología. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Geología. 2014

CASTER, Kenneth. A Devonian fauna from Colombia. *Bulletins of American Paleontology*. Volumen 24. Numero 83. Nueva York. 1939. pp.70-120.

CEDIEL, Fabio. El Grupo Girón, una Molasa Mesozoica de la Cordillera Oriental. *Boletín Geológico*. Volumen. XVI, Numero 1-3. 1968. pp. 5-70

CEDIEL, F.; UJUETA, G. y CACERES, C. Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:1'500.000. Memoria explicativa. Bogotá. 1976. pp35-40.

CLAVIJO, Jairo. La secuencia de la Formación los Santos en la quebrada Piedra Azul: registro de una hoya fluvial evanescente. En: Etayo-Serna, F., Laverde, F., Proyecto Cretácico. *Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas*, No. 16, Cap .IV. Bogotá. 1985. pp 40-57.

CRUZ, Luis Enrique y CABALLERO, Victor. *Manual de Laboratorio de Petrología Sedimentaria*. Universidad Industrial de Santander. 2008.

DECELLES, Peter. LANGFORD, Richard. y SCHWARTZ, Robert. Two new methods of paleocurrent determination from trough cross-stratification. *Journal of Sedimentary Petrology*. Vol 53. N 2. 1982. Pp 629-642. [ Consultado: Febrero 10 de 2016). Disponible en: <http://archives.datapages.com/data/sepm/journals/v51-54/data/053/053002/0629.htm>

FOLK, Robert. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Co., Austin, Texas. 1974. [ Consultado: 28 de Marzo de 2016]. Disponible en: <https://www.lib.utexas.edu/geo/folkready/entirefolkpdf.pdf>

FREITAS DE, Mario. FRONCOLIN, Joao. COBBOLD, Peter. The Structure of the axial zone of the Cordillera Oriental, Colombia. VI Simposio Bolivariano “Exploración petrolera en las cuencas subandinas”. Memorias. Cartagena, Tomo II. (1997). pp. 38-41. [Consultado: Octubre 10 de 2015]. Disponible en: [http://archives.datapages.com/data/colombia\\_acggp/simp6/tomo2/011.htm](http://archives.datapages.com/data/colombia_acggp/simp6/tomo2/011.htm)

GALVIS, Nestor y RUBIANO, Jorge. Redefinición estratigráfica de la Formación Arcabuco, con base en el análisis facial. En Etayo y Laverde, editores. Proyecto Cretácico. Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas, No. 16, Cap. VII. Bogotá Colombia. 1985. pp 79-94

GEOCACHING. Las rocas sedimentarias y los conglomerados: Minerales componentes de las rocas sedimentarias. [sitio web] Estados Unidos: Geocaching, 2000-2016. [consulta 2 mayo 2016] Disponible en : [https://www.geocaching.com/geocache/GC6FHEV\\_zamora-los-conglomerados-y-el-duero?guid=e5fb8c25-c5ca-421a-9cb8-f1b6b02b0205.+2016](https://www.geocaching.com/geocache/GC6FHEV_zamora-los-conglomerados-y-el-duero?guid=e5fb8c25-c5ca-421a-9cb8-f1b6b02b0205.+2016).

GEOESTUDIOS LTDA. Cartografía geológica de cuenca Cordillera Oriental-Sector Soapaga. Agencia Nacional de Hidrocarburos. Bogotá D.C, 2006 [ Consultado: Junio 13 de 2015]. Disponible en: <http://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Tesis/CARTOGRAFIA%20GEOLOGICA%20SOAPAGA-C.ORIENTAL%202005.pdf>

GEOESTUDIOS LTDA. Petroleum Geology of Colombia: Eastern Cordillera Basin. Volumen 7. Agencia Nacional de Hidrocarburos. Bogotá, 2012. [ Consultado: Julio 24 de 2015]. Disponible en: [http://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Cuencas-sedimentarias/Documents/colombian\\_sedimentary\\_basins.pdf](http://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Cuencas-sedimentarias/Documents/colombian_sedimentary_basins.pdf)

GROSSER, J. R. y PROSSL, K. F. Palynologische Untersuchungen der Devonbasis in Floresta Massiv, Ostkordillere, Kolumbien, S.A.- Geissener Geologische Schriften, 1994. Pp 51,105-121.

HETTNER. A. Die Kordillere von Bogotá. Petermanns Mitt., Erg. Heft. Gotha. 1892

HEDBERG, H. D. Mesozoic Stratigraphy of Northern South America. Procc. VIII American Science Congr. New York. 1942.

INGEOMINAS. Mapa de terrenos geológicos de Colombia.- Publicaciones Geologicas Especiales del Ingeominas, Bogotá. 1986. p 86-125.

INGEOMINAS. Atlas Geológico de Colombia. Plancha 5-09. Escala 1:500.000. Bogotá. 1997

INGEOMINAS. Investigación geológica e hidrológica en la Mesa de los Santos, sector Nordeste de Curití y borde occidental del Macizo de Santander, del Departamento de Santander. Informe interno de Ingeominas. Bogotá. 2008. pp 363. [Consultado: Enero 20 de 2015]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/boge/v31n1/v31n1a04.pdf>

JAMES, N. y DALRYMPLE, R. Facies Model 4. Department of Geological Sciences and geological Engineering Queen's University Kingston, Canada. 2010. p 242-246. [Consultado: Mayo 17 de 2016]. Disponible en: [https://www.mediafire.com/folder/no1agm22h5dob/Geo\\_Pedia\\_E-](https://www.mediafire.com/folder/no1agm22h5dob/Geo_Pedia_E-)

Geological Library -

[%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%83%D8%AA%D8%A8%D8%A9 %D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A9 %D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%86%D9%8A%D8%A9](#)

JANVIER, P. y VILLAROEL, C. Los Peces Devónicos del Macizo de Floresta (Boyacá, Colombia). Consideraciones taxonómicas, bioestratigráficas, biogeográficas y ambientales. Geología Colombiana N° 23. 1998. pp. 3-18.

JULIVERT, M.; BARRERO, D. y NAVAS, G. Geología de la Mesa de Los Santos. Boletín de Geología. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 1964

KAMMER, Andreas. Estructuras y Deformaciones del Borde Oriental del Macizo de Floresta.- Geología Colombiana No. 21, p. 65-80, Santa Fe de Bogotá. 1996. [Consultado: Abril 4 de 2016]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/32085/1/31430-113906-1-PB.pdf>

LAVERDE, Fabio. y CLAVIJO, Jairo. Análisis facial de la Formación Los Santos según el c Publicaciones Geológicas Especiales de Ingeominas, No. 16. Bogotá, cap VI. 1985. p 70-78.

LEOPOLD, Luna Y WOLMAN, Gordon. River channels patterns: braided, meandering and straight. *Geological Survey Professional Paper*. Estados Unidos. 1957. p 120-180. [Consultado: Febrero 4 de 2016]. Disponible en: [https://www.uvm.edu/~wbowden/Teaching/Stream\\_Geomorph\\_Assess/Resources/Private/Documents/1957\\_leopold\\_wolman\\_channel\\_patterns.pdf](https://www.uvm.edu/~wbowden/Teaching/Stream_Geomorph_Assess/Resources/Private/Documents/1957_leopold_wolman_channel_patterns.pdf)

LOPEZ, A. y MESA, J. Estratigrafía y ambientes de depósito de la Formación Girón en el Macizo de Floresta (Boyacá). . Trabajo de grado Geólogo. Bogotá, D.C.

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Departamento de Geociencias, 1997.

MAYA, Mario. BUENAVENTURA, Joaquín. SALINAS, Rosalba. Estado del conocimiento de la Exploración de Esmeraldas en Colombia. Ministerio de Minas y Energía. Instituto Colombiano de Geología y Minería. Bogotá. 2004. [ Consultado: Enero 28 de 2016]. Disponible en: <http://docplayer.es/8933923-Estado-del-conocimiento-de-la-exploracion-de-esmeraldas-en-colombia-por-mario-maya-joaquin-buenaventura-rosalba-salinas-bogota-mayo-de-2004.html>

MIALL, Andrew. The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, and petroleum geology. Edition 4<sup>th</sup>. Editorial: Springer. New York. 1996. P 100-245. [ Consultado: Noviembre 11 de 2015]. Disponible en: [https://www.mediafire.com/folder/no1agm22h5dob/Geo Pedia E- Geological Library - %D8%A7%D9%84%D9%85%D9%83%D8%AA%D8%A8%D8%A9 %D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A9 %D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%86%D9%8A%D8%A9](https://www.mediafire.com/folder/no1agm22h5dob/Geo+Pedia+E-Geological+Library+-%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%83%D8%AA%D8%A8%D8%A9+%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A9+%D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%86%D9%8A%D8%A9)

MIALL, Andrew. Fluvial Depositional System. Springer. University of Toronto, Canada. Department of Earth Science. 2013. p 273-300. [Consultado: Noviembre 22 de 2015]. Disponible en: [https://www.mediafire.com/folder/no1agm22h5dob/Geo Pedia E- Geological Library - %D8%A7%D9%84%D9%85%D9%83%D8%AA%D8%A8%D8%A9 %D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A9 %D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%86%D9%8A%D8%A9](https://www.mediafire.com/folder/no1agm22h5dob/Geo+Pedia+E-Geological+Library+-%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%83%D8%AA%D8%A8%D8%A9+%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A9+%D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%86%D9%8A%D8%A9)

MOJICA, Jairo. y VILLAROEL, Carlos. Contribución al conocimiento de las unidades paleozoicas del área de Floresta (Cordillera Oriental colombiana; Departamento de Boyacá) y en especial de la Formación Cucho. *Geología Colombiana* N° 13. 1984. p. 55-78. [Consultado: Septiembre 23 de 2015]. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/viewFile/30462/30609>

MORALES, Pedro. A contribution to the knowledge of the Devonian Faunas of Colombia. *Boletín de Geología*. Ithaca, New York. 1965. p 19-51.

MORENO SANCHEZ, M. Devonian plants from Colombia: Geologic framework and paleogeographic implications. Ph.D. Thesis, Université de Liège. 2004. p. 183.

OPPENHEIM, Victor. Jurassic-Cretaceous (Girón) beds in Colombia and Venezuela. American Association of Petroleum. *Geologists Bulletin*, 24. Tulsa. 1940. [Consultado: 8 de Diciembre de 2015]. Disponible en: <http://aapgbull.geoscienceworld.org/content/24/9/1611>

NAVAS, J. Estudio estratigráfico del Girón al W del Macizo de Santander (Cordillera Oriental de Colombia). *Boletín de Geología* N°12. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 1963. [Consultado: Octubre 22 de 2015]. Disponible en: <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/5652/5821>

OLSSON, A. A., Colombia. In: Jenks, W. F., Handbook of South American Geology. Geology Society of American. 1956.

PÉREZ, Gildardo y SALAZAR, Armando. Estratigrafía y Facies del Grupo Guadalupe. *Geología Colombiana* No. 10. Bogotá. 1978. p 7-85. [Consultado: Diciembre 15 de 2015]. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/30407/30566>

PONS, D. Etude paleobotanique et palynologique de la Formation Giron (jurassique moyencretace inferieur) dans la region de Lebrija, Departamento de Santander, Colombie. Nat. Savantes Brest. Sci. Jasc.1 : 53-78. París. 1982

PULIDO, Orlando. ULLOA, Carlos. RODRIGUEZ, Erasmo. Relaciones Estratigráficas entre el Jurásico y el Cretácico de la Cordillera de los Cobardes. Geología Colombiana N° 15. Ingeominas. 1986. pp. 55-64. [Consultado: Agosto 20 de 2015]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/31407/1/30575-110690-1-PB.pdf>

READING, H.G. Sedimentary Enviroment: Processes, Facies and Stratigraphy. Department of Earth Sciences, University of Oxford. 1996. p 37-81. [Consultado: Febreo 20 de 2016]. Disponible en: [https://www.mediafire.com/folder/no1agm22h5dob/Geo\\_Pedia\\_E-Geological\\_Library\\_-\\_%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%83%D8%AA%D8%A8%D8%A9\\_%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A9\\_%D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%86%D9%8A%D8%A9](https://www.mediafire.com/folder/no1agm22h5dob/Geo_Pedia_E-Geological_Library_-_%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%83%D8%AA%D8%A8%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%AA%D8%B1%D9%88%D9%86%D9%8A%D8%A9)

REINECK, H.E. y SINGH. I. B. A new method for obtaining significant average directional measurements in cross-stratification studies. J, Sedimentary Petrology. Tulsa, Oklahoma. 1975.

RENZONI, Giancarlo. Apuntes acerca de la litología y tectónica de la zona al este y sureste de Bogotá. *Boletín de Geología*. Volumen.10, No. 1 -3, Bogotá. 1962. p. 20 – 70

RENZONI, Giancarlo. Geología del cuadrángulo J-12 (Tunja). *Boletín de Geología*. vol.24, No. 2, (escrito en 1967), Bogotá. 1981. p.30- 50

REYES, Italo. Geología de la Región de Duitama – Sogamoso - Paz de Río Departamento de Boyacá. Ingeniería Geológica Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sogamoso, Boyaca. 1984. [ Consultado: Marzo 6 de 2016]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/239501690/Libro-Estratigrafia-Boyaca-italo>

RODRIGUEZ, Antonio y SOLANO, Orlando. Mapa Geológico del Departamento de Boyacá. Memoria Explicativa. Ministerio de Minas y Energía. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA Ingeominas. Colombia. 2000.[Consultado: Enero 29 de 2016]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/213466588/BOYACA-Memoria>

ROYERO José y CLAVIJO Jairo. Mapa Geológico generalizado del Departamento de Santander. Escala 1: 400.000. Memoria Explicativa. Ministerio de Minas y Energía. Informe Ingeominas. 2001. p 24-30. [Consultado: Septiembre 10 de 2015]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/63703391/Memoria-Explicativa-Dpto-Del-Santander>

ROYO Y GOMEZ, J. Fósiles devónicos de Floresta (Departamento de Boyacá). Compil. Estud. Geol. Ofic. Colombia, Bogotá. 1942.

SARMIENTO, L. Mesozoic Rifting and Cenozoic Basin Inversion History of the Eastern Cordillera, Colombian Andes. Inferences from tectonic models. Ecopetrol. Santa Fe de Bogotá, Colombia. 2001.

SCHUMM, S. A. y KAHN, H. R. Experimental study of channel patterns. *Geological Society of American Bulletin. United State*. 1972. [Consultado: Noviembre 1 de 2015]. Disponible en: <http://gsabulletin.gsapubs.org/content/83/6/1755>

Trumpy, D. Pre- Cretaceous of Colombia. Geological Society of American Bulletin. United State. Volume 54. 1943. [Consultado: Diciembre 21 de 2015]. Disponible en: <http://gsabulletin.gsapubs.org/content/54/9/1281>

ULLOA, Carlos. RODRÍGUEZ, Erasmo. y RODRÍGUEZ, Gloria. Geología de la plancha 172 PAZ DE RÍO Escala 1:100.000. Memoria explicativa, Ministerio de Minas y Energía Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear, INGEOMINAS. República de Colombia. 2001.[Consultado: Febrero 3 de 2016]. Disponible en: <http://documentslide.com/documents/memoria-explicativa-plancha-172.html>

VELANDIA, Francisco. Interpretación de transcurrencia de las fallas Soapaga y Boyacá a partir de imágenes Landsat TM. Boletín de Geología, vol. 27, núm. 1, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 2005. p. 81-94. [Consultado: Octubre 30 de 2015]. Disponible en: <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/viewFile/867/1197>

VERA, Juan Antonio. Estratigrafía Principios y Métodos. Editorial Rueda. Madrid, España. 1994.

VILLAFANEZ, Yohana. Análisis de procedencia en areniscas cuarzosas del Devónico-Carbonífero de la Formación Floresta (Norte de Santander): Consideraciones Paleogeográficas regionales. Universidad EAFIT. Escuela de ingeniería, Geología. Medellín, Antioquia. 2012. p 40. [ Consultado: Enero 15 de 2016]. Disponible en: [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/734/Yohana\\_Villafa%F1ezC\\_ardona\\_201.pdf;jsessionid=74B0D36798655A5B752BFB97EFB44AA2?sequence=](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/734/Yohana_Villafa%F1ezC_ardona_201.pdf;jsessionid=74B0D36798655A5B752BFB97EFB44AA2?sequence=1)

1

WARD, D., GOLDSMITH, R., CRUZ, J., RESTREPO, H., 1973. Geología de los Cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, Departamentos de Santander y Norte de Santander. Bol. Geol. Ingeominas 21(1-3) Bogotá.[Consultado: Septiembre 5 de 2015]. Disponible en: <http://myslide.es/documents/cuadrangulo-h12-bucaramanga-y-h13-pamplona.html>