

**Diagnóstico de las Unidades Volcanosedimentarias y Sedimentarias del Triásico- Jurásico  
de Colombia**

**Silvia Fernanda Chaparro Correa**

**Trabajo de Grado para optar el título de Geólogo**

**Director:**

**Jairo Clavijo Torres**

**Geólogo MSC.**



**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas**

**Escuela de Geología**

**Bucaramanga**

**2018**

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Antecedentes .....	15
2. Objetivos .....	17
2.1 Objetivo General .....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3. Localización Geográfica .....	18
4. Marco Geológico .....	19
5. Metodología .....	22
5.1 Compilación y Revisión de la Información .....	23
5.2 Calificación de las Unidades Litoestratigráficas.....	24
5.3 Evaluación de la Información Disponible.....	33
6. Resultados .....	34
6.1 Calificación .....	34
6.2 Evaluación.....	37
7. Diagnóstico de las Unidades Evaluadas .....	42
7.1 Síntesis Estratigráfica de las Unidades Evaluadas .....	42
7.1.1 Formación Girón .....	42
7.1.2 Formación Noreán .....	46
7.1.3 Formación La Quinta .....	52
7.1.4 Formación Bocas .....	56
7.1.5 Formación Cajú.....	59

7.1.6. Formación Los Indios .....	61
7.1.7 Formación Morrocoyal .....	65
7.1.8 Formaciones Luisa, Payandé y Saldaña.....	67
7.1.9 Formación Luisa .....	68
7.1.10 Formación Payandé.....	70
7.1.11 Formación Saldaña.....	73
7.1.12 Formación Cuisa .....	76
7.1.13 Formación Jordán.....	79
7.1.14 Formación Chinapa.....	82
7.1.15 Formación Cheterló .....	84
7.1.16 Formación Uitpana.....	85
7.1.17 “Formación” Guatapurí.....	88
7.1.18 “Formación” Montebel .....	90
7.1.19 “Formación” La Rusia .....	93
7.1.20 “Formación” Buenavista.....	96
7.1.21 “Formación” Arenal.....	98
7.1.22 “Formación” Corual.....	100
7.1.23 “Formación” Nogontova.....	102
7.1.24 “Formación” Palermo .....	104
7.1.25 “Formación” El Sudán .....	105
7.1.26 Conjunto Volcánico de la Malena.....	107
7.1.27 Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa .....	109
7.1.28 La Mojana .....	111

7.1.29 Motema .....	112
8. Conclusiones .....	115
9. Recomendaciones .....	118
Referencias Bibliográficas .....	119

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Términos cualitativos y numéricos para calificar los parámetros.....	25
Tabla 2. Módulos, número de parámetros, criterios a valorar, porcentajes y puntajes para cada módulo. ....	26
Tabla 3. Módulo “Formalidad de la unidad”. ....	30
Tabla 4. Módulo “Estratotipo” .....	30
Tabla 5. Módulo “Información Paleontológica” .....	31
Tabla 6. Módulo Edad Geológica. ....	32
Tabla 7. Módulo Localidad Tipo. ....	32
Tabla 8. Resultados de la calificación de unidades.....	35
Tabla 9. Resultados de la evaluación de las unidades. ....	38

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización Geográfica de las cuencas sedimentarias de Colombia correspondientes al estudio.....	18
Figura 2. Mapa de Colombia mostrando los sistemas de fallas principales y la distribución de las rocas volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico .....	21
Figura 3. Leyenda del Mapa de Colombia con la ubicación de las unidades objeto de estudio dentro de los sistemas de fallas principales .....	22
Figura 4. Diagrama estadístico de las unidades evaluadas con respecto al porcentaje total obtenido.....	36
Figura 5. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico de la región de la Guajira.....	39
<i>Figura 6.</i> Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico de la región de la Sierra Nevada de Santa Marta.....	40
Figura 7. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico de la región de Cesar Ranchería .....	40
Figura 8. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico de la región de la Cordillera Oriental.....	41
Figura 9. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico en el Valle Medio del Magdalena. ....	41
Figura 10. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico del Valle Superior del Magdalena. ....	42

*Figura 11.* Propuesta de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico-

Jurásico de Colombia..... 117

## **Lista de Apéndices**

**(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la  
Biblioteca UIS)**

Apéndice A. Tabla de recopilación de la información.

Apéndice B. Integración de los módulos de calificación de las unidades.

Apéndice C. Columnas estratigráficas.

## Resumen

**Título:** Diagnóstico de las Unidades Volcanosedimentarias y Sedimentarias del Triásico- Jurásico de Colombia\*

**Autor:** Silvia Fernanda Chaparro Correa\*\*

**Palabras Clave:** Jurásico, Triásico, Unidades litoestratigráficas, diagnóstico, nomenclatura estratigráfica, cuencas sedimentarias.

### Descripción:

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo, realizar un diagnóstico estratigráfico del conocimiento de la nomenclatura estratigráfica de las cuencas sedimentarias de Colombia que contienen las unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Jurásico- Triásico. El orden a seguir para llegar a obtener un diagnóstico consta de tres fases, mediante las cuales se pretende establecer si una unidad litoestratigráfica es formal, en proceso de formalización, informal o en proceso de abandono y que tipo de uso puede hacerse de ella. La primera fase consiste en una revisión de la información disponible, de la cual se extrae toda aquella referente a nombramiento y descripciones de unidades en el área de interés. En la segunda fase, con la información organizada, se procede a desarrollar una calificación por medio de unos módulos de calificación que arrojan un porcentaje de importancia para cada unidad, teniendo en cuenta los criterios básicos para la descripción de unidades geológicas propuestas por la Guía Estratigráfica Internacional (GEI) y el Código Estratigráfico Norteamericano (NASC). Como tercera fase se toma la información y la calificación, se evalúa cada unidad de forma integral para relacionar y dar recomendaciones sobre el uso de los nombres y concluye cuales nombres deben ser abandonados y cuales deben permanecer.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico – Químicas. Escuela de Geología. Director de proyecto: Jairo Clavijo Torres, Msc

### Abstract

**Title:** Nomenclature diagnosis of the volcano-sedimentary and sedimentary units of the triassic-jurassic periods of Colombia \*

**Author:** Silvia Fernanda Chaparro Correa\*\*

**Keywords:** Triassic, Jurassic, lithostratigraphy units, diagnosis, stratigraphic nomenclature, sedimentary basins.

#### Description:

The objective of this research paper is to perform a stratigraphic diagnosis of the stratigraphic nomenclature of the sedimentary basins of Colombia that contain the volcano-sedimentary and sedimentary units of the Triassic- Jurassic periods. The order to follow to get a diagnosis consists in three phases of analysis which are used to determine if a lithostratigraphic unit is formal, if it is in process of formalizing, if it is informal, or if it is process of abandonment, and what type of use is there for these units in the stratigraphy of Colombia. The first phase consists of a review of the available information about the units, this includes information about their discovery, any prior academic descriptions and correlation of these materials to its area of extraction. In the second phase, this organized information is used to qualify a percentage of importance to each unit taking into consideration the basic criteria for the description of geological units proposed by the Stratigraphic Guide International (GEI) and the North American Stratigraphic Code (NASC). Finally, the third phase, after the information and qualification is complete, each unit is evaluated in an integral way to relate and give recommendations for the best name to use for future research endeavors. Specifically, the goal is to define which names should be abandoned and which should remain in use. The purpose of this work is to aide scientific discovery, by utilizing a common language in research and discussion as research continues to be done about these units.

---

\* Degree project

\*\* Faculty of Physical and Chemical Engineering. Department of Geology. Director of project: Jairo Clavijo Torres, Msc.

## **Introducción**

Con el transcurrir de los años, y los estudios realizados sobre las unidades estratigráficas de Colombia, la nomenclatura escogida para denominar cada unidad ha generado cierta confusión ya que ha dependido básicamente del punto de vista de cada investigador, del cual no hay registro, por lo cual se ha hecho necesario la realización de diagnósticos en busca de la evaluación y actualización de los datos. Un importante aporte a la estratigrafía colombiana lo constituyó el proyecto de “Estandarización de la Nomenclatura Estratigráfica de las Cuencas Petrolíferas de Colombia (Fase I)” realizado por Ecopetrol – ICP, Grupo Scout e Ingeominas (1993), denominado “Diagnóstico del área Piloto del Piedemonte Llanero”, el cual fue el primero en el área, y sirvió como base para la realización de otros diagnósticos en el país.

Un diagnóstico es un elemento fundamental en todo proyecto y principalmente en un trabajo de Caracterización de Unidades litoestratigráficas ya que, con base en las evaluaciones realizadas en éste, se realizan las correcciones necesarias para llegar al proceso de formalización. Estas correcciones abarcan abandono de términos y adopción de otros que contengan información más completa y verídica con el fin de disminuir la ambigüedad y aportar a la actualización del léxico estratigráfico de Colombia. El presente proyecto realiza un diagnóstico de la nomenclatura de las unidades volcanosedimentarias y sedimentarias de edad Triásico-Jurásico en Colombia.

La información recopilada para la realización del presente proyecto proviene de informes institucionales como del Servicio Geológico Colombiano, antiguo Ingeominas, Ecopetrol-ICP, y la Agencia Nacional de Hidrocarburos, revistas científicas como el Boletín Geológico de la Universidad Industrial de Santander, y la revista Geología Colombiana de la Universidad

Nacional de Colombia, congresos, trabajos de pregrado y otras publicaciones. Con esta información recopilada se pretende hacer un diagnóstico de las unidades seleccionadas con el fin de reconocer si la nomenclatura de las unidades puede continuar siendo utilizada o si se necesita de alguna modificación para hacerla formal o si es necesaria la introducción de una nueva unidad; para tal fin, se recomienda realizar un diagnóstico del conocimiento actual, una evaluación de las características y posición de las unidades, y una caracterización de los nombres propuestos, definiendo la formalidad o no de la unidad, de esta manera facilitar la identificación de unidades por parte de cualquier investigador que pretenda aportar a la comunidad científica.

Se espera que la elaboración de éste diagnóstico sirva de pauta para un mejor entendimiento de la estratigrafía de las áreas de estudio y promueva la investigación y realización de otros diagnósticos en otras regiones y actualización del léxico estratigráfico de las cuencas sedimentarias del país.

## 1. Antecedentes

El diagnóstico estratigráfico se ha convertido en un elemento básico previo a la realización de un proyecto en alguna región del país, ya que, debido a la propagación de nombres tras investigaciones e informes hechos por empresas públicas y privadas, se ha generado confusión en el uso de estos nombres. Así, se hace necesario e indispensable establecer una única nomenclatura, que facilite a cualquier usuario entender la geología de las regiones del país.

El primer diagnóstico importante realizado en el país, fue el proyecto “Estandarización de la Nomenclatura Estratigráfica de las Cuencas Petrolíferas de Colombia”, (Fase I) realizado por Muñoz et al., (1993), bajo el acuerdo Ecopetrol- ICP, Grupo Scout e INGEOMINAS cuyo producto final fue el Diagnóstico del Área Piloto del Piedemonte Llanero. Este trabajo se realizó en cuatro fases: Inventario, revisión y compilación de la información, calificación de las unidades del estudio de acuerdo a la información recopilada, evaluación de esta información disponible, y tratamiento estadístico del total de las unidades evaluadas. Este primer diagnóstico desarrollado por Muñoz, y otros (1993) se utilizó como referencia para la realización del presente trabajo, así como los trabajos de diagnóstico de léxico posteriores a éste.

Clavijo (2000), desarrolla una investigación en el área de San Jacinto, la cual titula como “Diagnóstico de las unidades terciarias del Cinturón de San Jacinto- Sub cuenca de Plato”, en este trabajo se emplea también como guía el trabajo de Muñoz et al., (1993) y se genera un resultado del estado actual de la estratigrafía en San Jacinto que sirve como guía para el desarrollo de otros proyectos relacionados con la región y demás provincias y cuencas sedimentarias del territorio colombiano.

Posteriormente, Muñoz et al., (2003) proponen e implementan el método cuantitativo para diagnosticar el estado del conocimiento estratigráfico. La idea surge de la necesidad de evaluar la información básica de una unidad estratigráfica sedimentaria antes de ser considerada formal dentro de la nomenclatura estratigráfica. Este método cuantitativo incluye una forma integrada por módulos con criterios y parámetros que incluye una recopilación, síntesis y análisis de información, que garantiza un diagnóstico integral y a detalle de la unidad, utilizando como pauta la Guía Estratigráfica Internacional y el Código Estratigráfico Norteamericano. Después de implementar el método, se concluye que, mediante éste, es posible disolver los problemas de sinonimia y homonimia entre formaciones, como también es posible reducir la subjetividad de juicio. Adicionalmente, el método permite particularizar donde se debe concentrar el esfuerzo cognitivo para actualizar el conocimiento estratigráfico, de acuerdo con el interés económico o académico.

Por otro lado, los trabajos de Muñoz et al., (1993 y 2003) y Clavijo (2000) también han sido utilizados como pauta en proyectos de pregrado de la Universidad Industrial de Santander, como el proyecto “Diagnóstico de la nomenclatura de las unidades litoestratigráficas cretácicas del Piedemonte Llanero (región de Medina- San Luis de Gaceno)” (Báez, 2016).

El presente diagnóstico abarca las unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico-Jurásico de las cuencas Valle Medio del Magdalena, Cordillera Oriental, Guajira, Valle Superior del Magdalena, Cesar- Ranchería, Catatumbo y Caguán- Putumayo, por lo que el proyecto pionero en el Piedemonte Llanero sólo guarda relación con la cuenca de la Cordillera Oriental, pero que igualmente junto con el Método Cuantitativo (Muñoz et al., 2003) y el diagnóstico de la región Sinú- San Jacinto por Clavijo (2000), son empleados como guía para el desarrollo del diagnóstico estratigráfico en otras regiones del país.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo General

Realizar un diagnóstico de la nomenclatura de las unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico-Jurásico en Colombia.

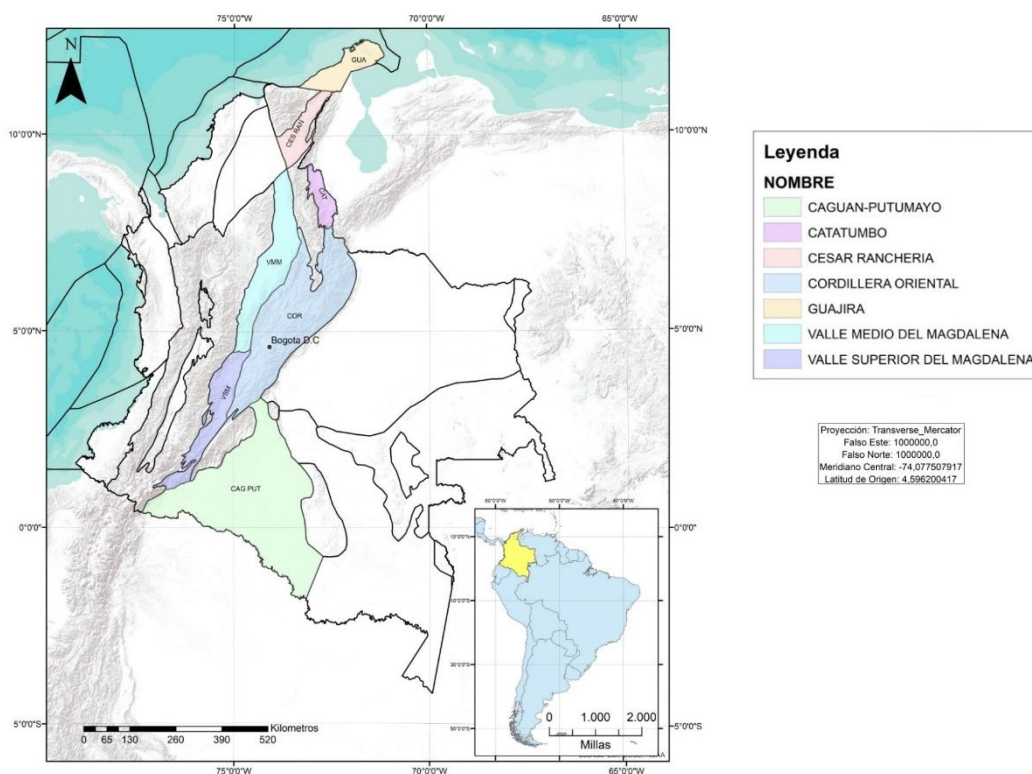
### 2.2 Objetivos Específicos

- Reconocer las diferentes nomenclaturas y proponer una nomenclatura actualizada de las unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico- Jurásico de Colombia.
- Compilar y organizar la información de las unidades seleccionadas.
- Calificar las unidades por módulos de caracterización.
- Evaluar la información disponible.
- Obtener un diagnóstico de las unidades seleccionadas.
- Plantear una propuesta de actualización de la nomenclatura estratigráfica del área de estudio.
- Contribuir a la estandarización de la nomenclatura estratigráfica del Triásico – Jurásico de Colombia.
- Contribuir a la actualización del Léxico Estratigráfico de Colombia

### 3. Localización Geográfica

El área de estudio comprende varias regiones del país de acuerdo a la localización de las unidades estudiadas. De Norte a Sur empezando por el departamento de la Guajira, Cesar, Bolívar, Norte de Santander, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Tolima, Huila, Cauca y Putumayo. Asimismo, abarca varias cuencas sedimentarias de Colombia tales como Valle Medio del Magdalena, Cordillera Oriental, Guajira, Valle Superior del Magdalena, Cesar- Ranchería, Catatumbo y Caguán- Putumayo.

Se toma como referencia los mapas de cuencas sedimentarias de Colombia de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). (Ver Figura 1).



*Figura 1.* Localización Geográfica de las cuencas sedimentarias de Colombia correspondientes al estudio. Adaptado y modificado de Agencia Nacional de Hidrocarburos, ANH (2016).

#### 4. Marco Geológico

Los registros del Triásico-Jurásico en Colombia están distribuidos en el pie oriental de la Cordillera Central, el Valle Medio y Superior del Magdalena, la Cordillera Oriental y el borde llanero, así como en los costados SE y SW de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la Serranía de Perijá y en el extremo nororiental de la Península de La Guajira, en varios afloramientos aislados (Sarmiento Rojas, et al., 2006).

En el periodo que abarca el Triásico y Jurásico, se inicia el proceso de ruptura de Pangea, simultáneamente una zona de subducción se activa en el Pacífico Andino. Estos eventos tectónicos se explican mediante dos modelos: 1- Génesis de Rift intracontinental que, según Clavijo et al., (2008), afecta a la región norte del país, 2- Extensión tras arco relacionada a una zona de subducción (Arco Magmático), la cual explica la génesis de la zona central de Colombia (Sarmiento Rojas, et al., 2006).

A finales del Triásico y comienzos del Jurásico, ocurre un proceso de distensión que produce hundimiento en bloques escalonados formando un graben que corresponde a la Serranía de San Lucas. Este proceso distensivo ocasiona fallamiento normal y desplazamiento lateral de bloques, generando dos sistemas de fallas N-NE y SW-NE. Así mismo se produce el relleno de la cuenca en fase sinrift, caracterizados por depósitos fluviales e irrupción de un mar somero. Este evento sedimentario es acompañado por un incipiente volcanismo explosivo subaéreo (Clavijo, et al., 2008).

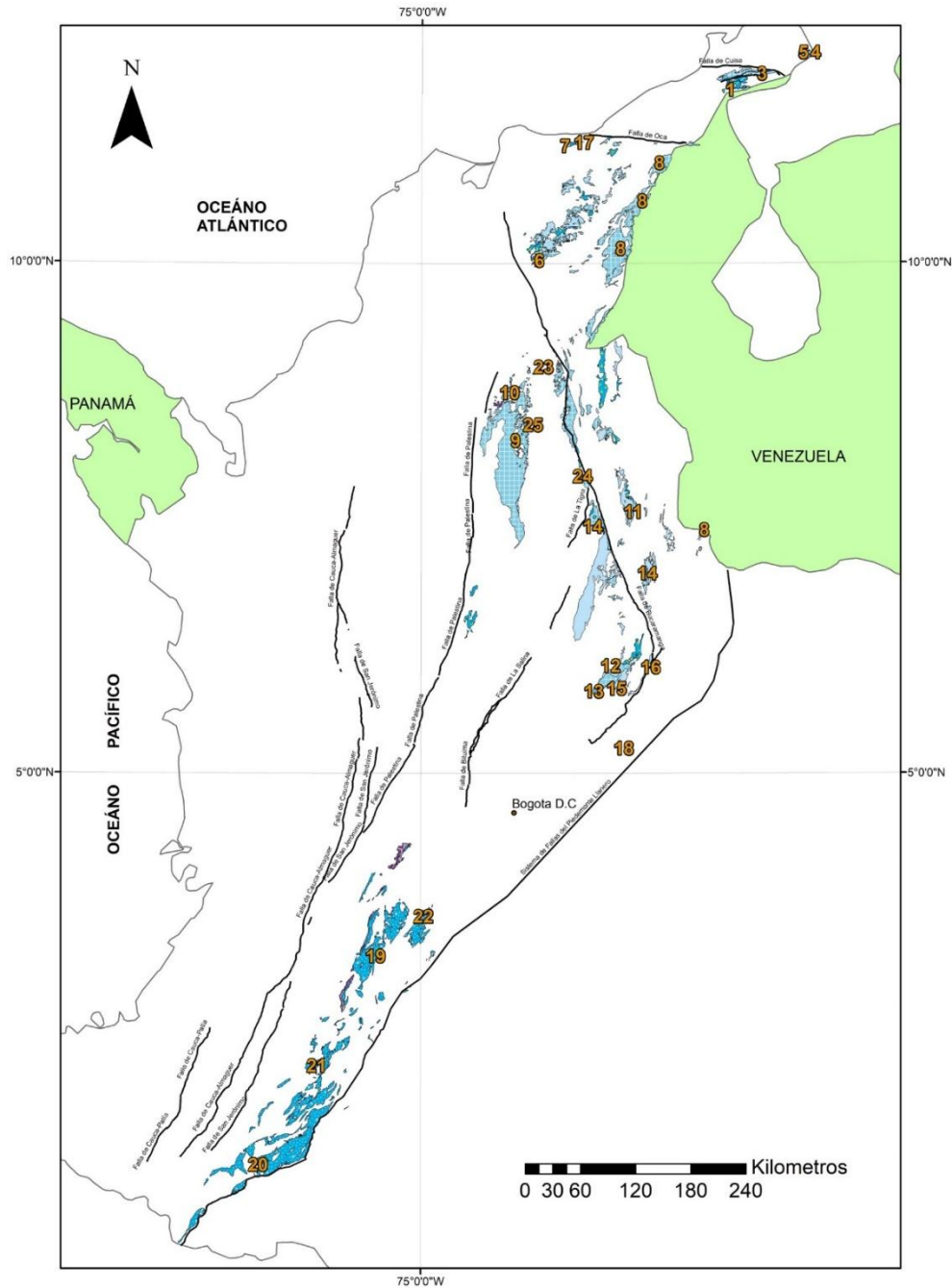
Durante el Jurásico medio ocurre un magmatismo calcoalcalino y metalumínico de tipo I, el cual ocasiona el emplazamiento de cuerpos intrusivos. En el Jurásico tardío se presenta un

evento extrusivo caracterizado por diques y silos andesíticos, pórfidos dacíticos y algunos cuerpos hipoabisales; estas rocas intruyen a la Formación Noreán. (Clavijo, et al., 2008).

Finalmente, durante el Jurásico tardío, se produce la ampliación lateral del graben en dirección NNE-SSW, su profundización y colmatación con la sedimentación volcanoclástica de la Formación Noreán. Estos movimientos provocaron el levantamiento de bloques periféricos del graben y expusieron los materiales de Noreán, los cuales fueron removidos y depositados sobre el paleorelieve basculado de Noreán. De este registro se conservan lentes aislados que constituyen a la Formación Arenal (Clavijo, et al., 2008).

En general el periodo comprendido entre el Triásico y el Jurásico estuvo marcado por un depositación de material continental, volcánico efusivo, piroclástico y algunas facies marinas locales. Los depósitos Jurásicos consisten en facies clásticas depositadas en ambientes continentales y facies marinas suprayaciendo e infrayaciendo las facies continentales clásticas (Sarmiento Rojas, et al., 2006).

Se realiza un mapa mostrando los sistemas de fallas principales de la zona con la ubicación de las unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico- Jurásico. Se toma como referencia compilaciones previas realizadas por otros autores (Ver Figura 2 y 3).



*Figura 2.* Mapa de Colombia mostrando los sistemas de fallas principales y la distribución de las rocas volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico. Adaptado y modificado de Tschanz (1969), Geyer (1969), Mojica, et al., (1996), Clavijo (1995), Zuluaga et al., (2009), SGC (2015), Moreno (2016) y Gómez Plata (2017).

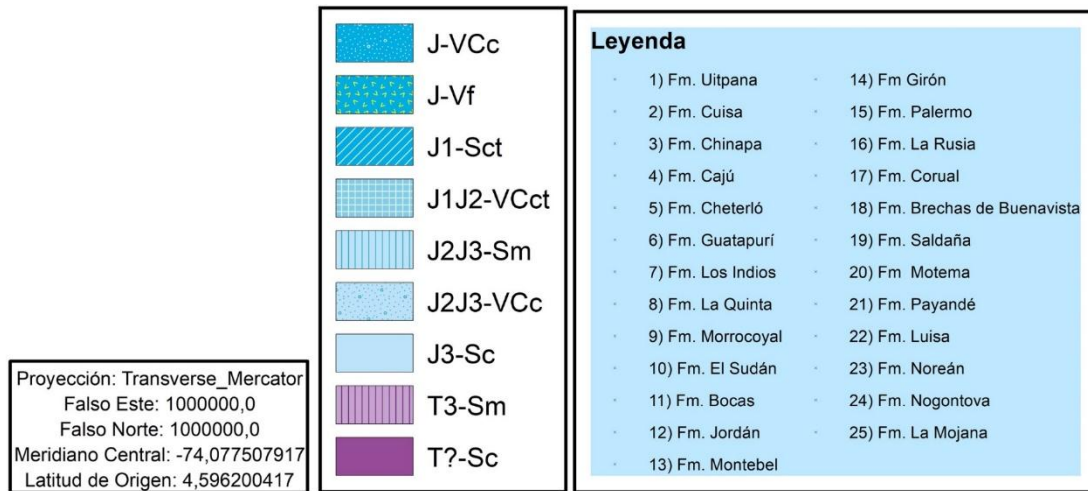


Figura 3. Leyenda del Mapa de Colombia con la ubicación de las unidades objeto de estudio dentro de los sistemas de fallas principales. Adaptado y modificado de Tschanz (1969), Geyer (1969), Mojica, et al., (1996), Clavijo (1995), Zuluaga et al., (2009), SGC (2015), Moreno (2016) y Gómez Plata (2017).

## 5. Metodología

El diagnóstico de la nomenclatura, es una evaluación de la información litoestratigráfica de cada unidad mediante el cual se toma una decisión sobre la formalidad de la unidad y se agregan recomendaciones. El fin del diagnóstico es aportar al léxico estratigráfico de Colombia, eliminando la ambigüedad y sirviendo de guía para futuros proyectos.

Utilizando como guía el trabajo de Muñoz et al., (2003), la metodología del diagnóstico se divide en tres fases: Compilación y revisión de la información, calificación de las unidades litoestratigráficas y evaluación de la información obtenida.

## 5.1 Compilación y Revisión de la Información

Esta fase consiste en recolectar toda la información disponible sobre las unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico- Jurásico de las cuencas Guajira, Cesar-Ranchería, Valle Medio del Magdalena, Catatumbo, Valle superior del Magdalena, Cordillera Oriental y Caguán- Putumayo. Para esta recopilación se consultan todas las planchas y memorias explicativas del Servicio Geológico Colombiano correspondientes a las regiones de estudio, trabajos de pregrado, revistas científicas y boletines, informes y boletines provenientes de la industria petrolera.

Para la toma y la organización de la información se diseñó una tabla diagnóstica que sigue un formato modificado del proyecto “Estandarización de la Nomenclatura Estratigráfica de las Cuencas Petrolíferas de Colombia” (Fase I) Muñoz et al., (1993) bajo el acuerdo Ecopetrol-ICP, Grupo Scouth e INGEOMINAS. La tabla (Anexo A), contiene los siguientes criterios básicos para describir cada unidad estratigráfica:

- Rango y Nombre de la Unidad
- Origen del nombre. (Autor de la unidad)
- Sección tipo y/o Localidad tipo
- Litología
- Propiedades Generales: Geomorfología y límites (techo y base).
- Espesor
- Contenido fósil
- Litoestratigrafía: Descripción composicional, estructuras sedimentarias, textura
- Edad

- Relaciones estratigráficas
- Ambiente de Sedimentación
- Comentarios
- Referencias
- Porcentaje de Aceptabilidad
- Anexos (Columnas estratigráficas de referencia)

Es importante mencionar que alguna información no pudo ser consultada debido a la confidencialidad atribuida por algunas empresas privadas, pero muchos de estos informes se encuentran referenciados en otros trabajos que si se consultaron para este proyecto.

## **5.2 Calificación de las Unidades Litoestratigráficas**

El objetivo de conocer el grado de validez de la información de las unidades estratigráficas puede tener ya sea un fin económico y/o académico ya que estudiantes y profesores interesados en aportar al diagnóstico, podrían desarrollar tesis a nivel de maestría o pregrado, y así mismo estos trabajos contribuirían a la determinación de la potencialidad y volumen de futuros yacimientos.

Para la calificación de las unidades se utilizó el sistema de evaluación expuesto en el trabajo de Muñoz et al., (1993) y la metodología con módulos de calificación usados en Muñoz et al., (2003), con algunas modificaciones. Este sistema consiste en una serie de módulos, cada uno de ellos con criterios específicos para calificar la unidad dentro de ciertos parámetros. Ya que existen diferentes opiniones y términos como “bueno”, “malo”, “excelente”, “aceptable”

para calificar la información estratigráfica, se definieron unos términos cualitativos y numéricos con el fin de realizar la evaluación bajo los mismos términos y así evitar la subjetividad a la hora de evaluar los parámetros. En la siguiente tabla se reúnen los valores numéricos y términos cualitativos usados en la calificación de unidades litoestratigráficas en este trabajo.

**Tabla 1.**

*Términos cualitativos y numéricos para calificar los parámetros.*

TERMINOS CUALITATIVOS	TERMINOS NUMÉRICOS
Totalmente aceptable	3
Aceptable	2
Poco Aceptable	1
Inaceptable o desconocido	0

Nota: Adaptado de y modificado de Muñoz et al., (2003). Método Cuantitativo para diagnosticar el estado del conocimiento estratigráfico: Un ejemplo de aplicación en el Piedemonte Llanero, Cordillera Oriental, Colombia. Bogotá.

El método cuantitativo usado es una forma de evaluar el grado de validez que tiene la información estratigráfica con la cual se describe una unidad geológica. El grado de validez de la información es el grado de detalle descriptivo que dispone cada unidad de acuerdo a los parámetros básicos establecidos por la Guía Estratigráfica Internacional (GEI) y el Código Estratigráfico Norte Americano (NASC). El método cuantitativo consta de parámetros que conforman los módulos aquí trabajados. Los módulos, parámetros y criterios para un diagnóstico del estado del conocimiento estratigráfico son los siguientes (Tabla 2):

**Tabla 2.**

*Módulos, número de parámetros, criterios a valorar, porcentajes y puntajes para cada módulo.*

Nombre de Módulo	Número de Parámetros	Número de Criterios a Valorar	Porcentaje de Importancia	Puntaje Máximo
<b>Formalidad de la Unidad</b>	3	9	10%	9
<b>Estratotipo</b>	10	30	60%	30
<b>Información Paleontológica y Radiométrica</b>	6	22	15%	24
<b>Edad Geológica</b>	1	4	10%	3
<b>Localidad Tipo</b>	1	3	5%	6

Nota: Adaptado y modificado de “Proyecto estandarización de nomenclatura estratigráfica de las cuencas petrolíferas de Colombia por Ecopetrol ICP, Grupo Scout, e Ingeominas (1993).

El primer módulo es de Formalidad de la Unidad (Tabla 3) al cual se le asignó un porcentaje del 10%. Se consideran para este módulo tres parámetros, Documento, Origen y Autor, con un valor máximo de 9 puntos. El parámetro Documento se refiere a la accesibilidad que se tiene a la información, si ésta es de dominio público o si la información es sólo de consulta. El parámetro Origen se remite a la proveniencia de la información, ya sea académico en caso de ser de conocimiento integral, económico cuando la fuente de información es de una empresa privada o producto de una actividad petrolera y cartográfico cuando su proveniencia es netamente de un mapa. El parámetro Autor, califica como totalmente aceptable (Valor de 3), si la unidad está descrita por su autor original o si la fuente proviene de autores que no son los que

hicieron la descripción, sino que son citados y muestran parcialmente la información original, que a veces es la información accesible a valorar.

El segundo módulo, Estratotipo (Tabla 4) es el más importante en esta calificación con un porcentaje del 60%, por contener los parámetros principales y necesarios que según la GEI definen una unidad, como es la información sobre la sección tipo, secciones de referencia y el detalle de la descripción del estratotipo. Este módulo tiene un puntaje de 30 puntos y se consideran los siguientes parámetros para éste: Disponibilidad, Escala y Espesor de las secciones levantadas, límites techo y base, descripción composicional (Composición, Textura, Estructura) y su extensión lateral, relacionada con el detalle de la descripción. Además, se incluye una puntuación por el número de secciones de referencia que presente cada unidad. Este módulo tiene un puntaje máximo de 30 puntos.

El tercer módulo es el de información paleontológica y radiométrica (Tabla 5) tiene un porcentaje de importancia del 15%, y un puntaje máximo de 24 puntos. En este módulo se considera en que época se realizó la adquisición de datos y si estos son consultables o no y de esto se basa el puntaje de este módulo. El contenido fósil es de carácter secundario, pero permite complementar la información paleoambiental, paleocológica y cronológica de las unidades. Los parámetros para este módulo son: Contenido Paleontológico (abundancia), Adquisición de datos (año del estudio), Disponibilidad de la información, presencia y tipo de Macrofósiles y Microfósiles. A este módulo se le agregó un criterio de información radiométrica en el parámetro Adquisición de Edad por Métodos Radiométricos, debido a que son nuevos métodos de datación que cada vez son más utilizados para caracterizar las unidades geológicas.

El cuarto módulo (Tabla 6) Edad Geológica, tiene un porcentaje de importancia del 10% y un puntaje máximo de 3 puntos. La edad geológica valorar la confiabilidad de la edad de la

unidad, es el registro de la edad que se deriva del análisis del módulo Información Paleontológica y Radiométrica, donde se define si es Confiable, Dudosa, Contradictoria o Inexistente.

Por último, el modulo Localidad Tipo (Tabla 7), con un porcentaje del 5%, y un puntaje máximo de 6 puntos. Mediante este módulo se reconoce el lugar geográfico específico donde se definió el estratotipo de la unidad y la accesibilidad del área. La valoración del estratotipo va de 3 a 0, donde 3 es el valor dado cuando la descripción es de una sola sección tipo, valor de 2 cuando la descripción es de una sección compuesta o un estratotipo compuesto, valor de 1 si la descripción es en base a secciones de referencia y es poco aceptable, y valor 0 si no hay secciones de referencia levantadas para la unidad. En el caso de que exista una propuesta de un neoestratotipo para una unidad formal, pero con un nombre nuevo, esta nueva unidad no tendrá una valoración igual a la de una unidad formal y el puntaje para el Modulo 1. Formalidad de la unidad será de cero (0).

Los cinco módulos permiten unificar la valoración acerca del estado de conocimiento estratigráfico de una unidad geológica. El diligenciamiento de los módulos representa una constancia de la existencia de la información geológica de la unidad, entendiéndose así el diagnóstico como un estudio cuidadoso y objetivo de la información recopilada.

A cada módulo se le asignó un porcentaje de acuerdo a su importancia; la suma de los porcentajes es de 100% y corresponde a una unidad completa y descrita. El aspecto cuantitativo, además de organizar los criterios y parámetros para valorarlos, permite crear tablas numéricas y gráficos para analizar y comparar los resultados entre unidades, y llegar a dar conclusiones y recomendaciones.

Los resultados numéricos según la calificación de cada unidad representa la pauta a partir de la cual se decide si una unidad puede ser considerada formal, informal o en proceso de formalización.

**Tabla 3.**

*Módulo “Formalidad de la unidad”.*

Módulo 1. Formalidad de la Unidad (10%)								Puntaje máximo 9 puntos
Documento				Origen			Autor	
Publicado	Consultable	No Consultable	Académico y/o SGC	Económico	Cartográfico	Original	Otros	Desconocido
3	2	1	3	2	1	3	2	1

Nota: Adaptado y modificado de Muñoz et al., (2003). Método Cuantitativo para diagnosticar el estado del conocimiento estratigráfico: Un ejemplo de aplicación en el Piedemonte Llanero, Cordillera Oriental, Colombia. Bogotá.

**Tabla 4.**

*Módulo “Estratotipo”.*

Módulo 2. Estratotipo (60%)													Puntaje Máximo 30 puntos		
Levantada		Escala				Espesor (Metros)			Limite Techo			Contacto Techo			
Si	No	Nula	Gráfica	Númerica	Ambas	Unidades	Decenas	Centenas	Observado	Inferido	Cubierto	Definido	Ambiguo	Indefinido	
3	0	0	1	2	3	3	2	1	3	1	0	3	1	0	
Información Geológica		Extensión Lateral					% Exposición	Secciones De Referencia Secundarias		Limite Base			Contacto Base		
Clasificación Composicional	Texturas	Estructuras	Control de Campo	Fotogeología con control de Campo	Fotogeología sin control Campo	Ninguna		0	Observado	Inferido	Cubierto	Definido	Ambiguo	Indefinido	
	3	2	1	3	2	1		1 a 2	1	3	1	0	3	1	0
							≥3	2							

Nota: Adaptado y modificado de Muñoz et al., (2003). Método Cuantitativo para diagnosticar el estado del conocimiento estratigráfico: Un ejemplo de aplicación en el Piedemonte Llanero, Cordillera Oriental, Colombia. Bogotá.

**Tabla 5.**

*Módulo “Información Paleontológica”.*

Módulo 3. Información Paleontológica (15%)									Puntaje Máximo 24 puntos		
Contenido Paleontológico			Adquisición De Datos			Disponibilidad De Información			Adquisición De Edad Por Métodos REDIOMÉTRICOS		
Abundante	Regular	Nulo	< 1965	1965-1990	>1990	Total	Parcial	Nula	SI	NO	
3	2	1	1	2	3	3	1	0	3	0	
MACROFÓSILES		TIPO	MICROFÓSILES							SI	NO
SI	NO		Foraminiferos			Palinomorfos			SI	NO	
3	0		Planctónicos	Bentónicos		Dinoflagelados	Polen-Esporas	Otros	3	0	
			3	Calcáreos	Arenáceos	3	2	1			
				2	1						

Nota: Adaptado y modificado de Muñoz et al., (2003). Método Cuantitativo para diagnosticar el estado del conocimiento estratigráfico: Un ejemplo de aplicación en el Piedemonte Llanero, Cordillera Oriental, Colombia. Bogotá.

**Tabla 6.***Módulo Edad Geológica.*

<b>Módulo 4. Edad Geológica (10%)</b>			<b>Puntaje Máximo 3 puntos</b>
<i>Edad Geológica</i>			
<b>Confiable</b>	Dudosa	Contradictoria	Inexistente
<b>3</b>	2	1	0

Nota: Adaptado y modificado de Muñoz et al., (2003). Método Cuantitativo para diagnosticar el estado del conocimiento estratigráfico: Un ejemplo de aplicación en el Piedemonte Llanero, Cordillera Oriental, Colombia. Bogotá.

**Tabla 7.***Módulo Localidad Tipo.*

<b>Módulo 5. Localidad Tipo (5%)</b>		<b>Puntaje Máximo 6 puntos</b>
<i>Localidad Tipo</i>		
<b>Accesibilidad</b>	Localidad Geográfica	Estratotipo
<b>3</b>	2	3-0

Nota: Adaptado y modificado de Muñoz et al., (2003). Método Cuantitativo para diagnosticar el estado del conocimiento estratigráfico: Un ejemplo de aplicación en el Piedemonte Llanero, Cordillera Oriental, Colombia. Bogotá.

### **5.3 Evaluación de la Información Disponible**

En esta etapa se trabaja con la información compilada sobre cada unidad litoestratigráfica y con los resultados porcentuales y cualitativos obtenidos en la calificación. Se realiza un análisis comparativo mediante el cual se define si hay deficiencias en la nomenclatura o no de las unidades, y si se debe considerar una unidad en proceso de formalización o si se debe abandonar.

Para la evaluación de las unidades se tomó como referencia la metodología de Muñoz et al., (2003), a la cual se le modificaron sus rangos de la siguiente manera: Las unidades litológicas cuyo porcentaje final sea entre 100% y 65% se consideran aceptables y cerca de una formalidad estratigráfica que requiere de actualizaciones menores. Las unidades litológicas con porcentajes entre 64.99% y 45%, se consideran susceptibles de ser formalizadas, que requieren de actualizaciones mayores. Las unidades litológicas con resultados finales de porcentajes entre 44.99% y 25% se consideran informales. Finalmente, las unidades con menos de 25% se consideran nomenclaturas que deben ser abandonadas.

Después de obtener resultados en la calificación, ordenarnos y diferenciarlos, se procede a relacionar la información cuantitativa con la información obtenida durante la etapa de investigación y se obtiene una evaluación integral de cada unidad. Esta evaluación incluye: anotaciones de deficiencias específicas como información faltante acerca del estratotipo, estudios cartográficos, dataciones, comentarios sobre correlaciones con información faltante y recomendaciones sobre si se debe mantener el uso del nombre de la unidad. En el caso del abandono de un término, se nombra cuál es el término indicado para nombrar dichas sucesiones descritas.

## **6. Resultados**

### **6.1 Calificación**

En la Tabla 8 se registra por unidad estratigráfica evaluada, el porcentaje del módulo y el porcentaje total. Las unidades están organizadas de mayor a menor según el porcentaje total obtenido. El rango en el que se encuentra el estado del conocimiento de las unidades va desde 23.8% hasta 86.2%. Las Formaciones Girón, Noreán, Bocas y La Quinta tuvieron los porcentajes más altos de la calificación. Los Conjuntos Volcanoclásticos de la Malena y Santa Rosa, y las unidades Motema y La Mojana tuvieron los porcentajes más bajos de la calificación. Los resultados obtenidos fueron: 15 unidades en el rango de 100%-65% (Unidades a conservar), 9 unidades dentro del rango 64.99%- 45% (Unidades en proceso de formalización), 2 en el rango de 44.99%- 25% (Unidades informales) y 2 por debajo de 25% (Unidades para abandono).

**Tabla 8.***Resultados de la calificación de unidades*

Unidad	Formalidad de la Unidad (10 %)	Estratotipo (60%)	Paleontología y Radiometría (15%)	Edad Geológica (10%)	Localidad Tipo (5%)	Total (%)
Girón	10	54	7,22	10	5	86,2
Noreán	10	48	6,66	10	4,16	78,8
Bocas	10	50	6,11	10	2,5	78,6
La Quinta	8,88	50	7,2	10	2,5	78,6
Cajú	8,88	50	4,44	10	4,1	77,4
Los Indios	10	46	8,33	10	2,5	76,8
Saldaña	10	48	5,55	10	2,5	76,1
Morrocoyal	10	44	6,66	10	4,16	74,8
Payandé	10	42	6,66	10	2,5	71,2
Cuisa	10	44	4,44	10	2,5	70,9
Jordán	10	42	5	10	3,33	70,3
Chinapa	8,888	44	4,44	10	2,5	69,8
Cheterló	8,88	42	4,44	10	4,16	69,5
Uitpana	8,88	40	6,66	10	2,5	68,0
Luisa	10	46	2,77	6,66	2,5	67,9
Guatapurí	10	38	3,88	10	2,5	64,4
Montebel	10	40	5	6,666	2,5	64,2
La Rusia	10	44	0,55	6,66	2,5	63,7
Brechas de Buenavista	8,88	36	6,11	10	2,5	63,5
Arenal	10	42	0,55	6,661	4,16	63,4
Corual	10	42	1,11	6,66	2,5	62,3
Nogontova	10	40	0,55	6,66	2,5	59,7
Palermo	10	34	0,55	6,66	2,5	53,7
El Sudán	10	32	0,55	6,66	1,666	50,9
Volcanico de la Malena	7,77	20	0,55	6,66	1,66	36,6
Volcanoclástico de Santa Rosa	7,77	10	0,55	6,66	1,66	26,6
La Mojana	8,888	8	0,55	6,66	0,83	24,9
Motema	8,88	6	0,55	6,66	1,66	23,8

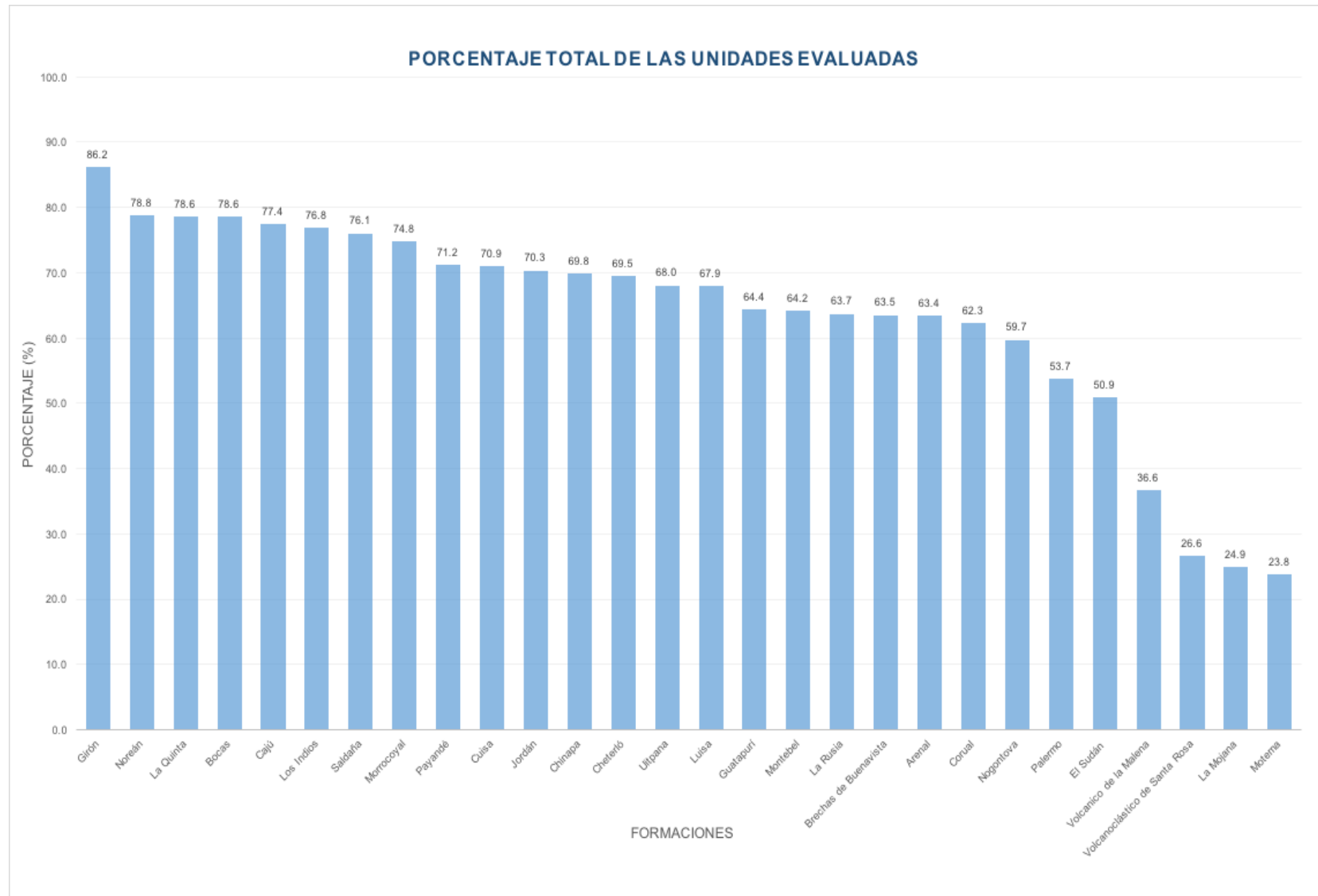


Figura 4. Diagrama estadístico de las unidades evaluadas con respecto al porcentaje total obtenido

## 6.2 Evaluación

Después de realizar la calificación de las unidades utilizando la metodología modificada de Muñoz et al., (2003), se procede a realizar una evaluación bajo criterios objetivos, analizando la información disponible. Se decide cuáles unidades se conservan formales, las unidades que finalmente pueden ser consideradas en proceso de formalización, cuáles deben ser clasificarse como informales y las que se encuentran en proceso de abandono. En el siguiente capítulo “Diagnóstico de las unidades evaluadas” se explica las razones y recomendaciones por las cuales una unidad puede entrar en formalidad o no.

El diagnóstico no está limitado solo a la asignación de calificaciones, también evalúa las diferencias y similitudes entre unidades, cuales presentan homonimia o sinonimia, los equivalentes en litología y edad, con el objetivo de actualizar el conocimiento que existe sobre las unidades y posteriormente poder establecer criterios para justificar la permanencia de una unidad o por el contrario no adoptarla como formal dentro de la nomenclatura del país.

Las recomendaciones hechas en el trabajo de Muñoz et al., (1993) se toman como referencia para comprobar si después de este trabajo se han hecho avances en la caracterización de las unidades con información faltante y de ser el caso, en que la unidad presente toda la información necesaria, proponerla como unidad formal.

La siguiente tabla muestra las categorías en que se clasificaron las unidades, con respecto a los porcentajes totales obtenidos y evaluación.

**Tabla 9.***Resultados de la evaluación de las unidades.*

UNIDADES PARA CONSERVAR	UNIDADES EN PROCESO DE FORMALIZACIÓN	UNIDADES INFORMALES	UNIDADES PARA ABANDONO
Formación Girón	"Formación" Guatapurí	Conjunto Volcánico de la Malena	La Mojana
Formación Noreán	"Formación" La Rusia	Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa	Motema
Formación Bocas	"Formación" Buenavista		
Formación La Quinta	"Formación" El Sudán		
Formación Cajú	"Formación" Nogontova		
Formación Los Indios	"Formación" Montebel		
Formación Luisa	"Formación" Palermo		
Formación Payandé	"Formación" Arenal		
Formación Saldaña	"Formación" Corual		
Formación Morrocoyal			
Formación Cuisa			
Formación Jordán			
Formación Chinapa			
Formación Cheterló			
Formación Uitpana			

Antes de la descripción y diagnóstico de cada unidad, se hizo generaron unos cuadros comparativos basados en la información recopilada, (Figura 5, 6, 7, 8, 9 y 10), que muestra las diferentes nomenclaturas para las unidades volcano sedimentarias y sedimentarias del Triásico-Jurásico en Colombia, para tener una idea más clara de todas las unidades y su posición estratigráfica.

GUAJIRA								
Era	Periodo	Series	Renz (1956)	Renz (1960)	Bürgl (1964)	Rollins (1965)	Zuluaga, et al., (2009)	
Mesozoico	Cretácico	Inferior						
	Jurásico	Superior	Grupo Cosinas	Nivel III	Lutita de Cuiza	Chinapa Cosinas	Formación Cuisa	Formación Cuisa
		Medio		Nivel II	Formación Chinapa		Formación Pachepa	Formación Chinapa
		Inferior		Nivel I		Uipana Rancho Grande	Formación Cajú	Formación Cajú
					Formación Uitpana		Formación Cheterlú	
	Triásico	Superior						
		Medio						
		Inferior						

Figura 5. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico de la región de la Guajira.

SNSM											
Era	Periodo	Seríes	Trumpy (1943)	Tschanz (1969)	Gonzalez et al (1988)	Colmenares et al 2007	Gómez Plata (2017)				
Mesozoico	Cretácico	Inferior									
		Superior									
	Jurásico	Medio									
	Triásico	Superior							Estratos de los Indios	Guatapuri	Los Indios
Medio											
Inferior			Corual	Los Indios	Corual						
Pérmico											

Figura 6. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico de la región de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Cesar Ranchería																					
Era	Periodo	Seríes	Kunding (1938) en Forero (1969)	Tschanz (1969)	Schubert (1979) en Colmenares et al., (2007)	Cáceres et al (1980) en Gonzales et al (2000)	Maze (1984)	Gonzales et al (1988)	Royero (1996)	Gonzales Jimenez et al (2002)		González Iregui et al., (2015)									
			Sierra de Mérida		La Grita-Venezuela			Serranía de Perijá			Ranchería	Cesar	Serranía de Perijá								
Mesozoico	Cretácico																				
		Superior																			
	Jurásico	Medio											La Quinta	La Quinta	La Quinta	La Quinta	La Quinta	La Quinta	La Quinta	La Quinta	La Quinta
		Inferior																			
	Triásico	Superior												La Quinta							
Medio																					
Inferior																					
Pérmico																					

Figura 7. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico de la región de Cesar Ranchería.

Cordillera Oriental																		
Era	Periodo	Series	Cediel (1968)	Ward et al (1973)	Pulido (1979)		González et al (1988)		Clavijo (1995)		Royero (1996)							
					Cuadrángulo J-11	Cuadrángulo I-12			Occidental	Central	Sector Occidental	Sector Central						
Mesozoico	Cretácico	Inferior																
	Jurásico	Superior	Girón		Arcabuco	Arcabuco	Brecbas de Buenavista Grupo Girón	Grupo Girón	Arenal	Grupo Girón	La Rusia Lebrija	Arenal La Rusia Arcabuco	Girón Girón					
		Medio			Girón													
		Inferior			Jordán	Jordán								Bocas	Jordán			
	Triásico	Superior	Girón				Bocas Jordán Montebel	La Rusia	Noreán	Bocas	Montebel	Bocas	Noreán Jordán	Bocas Montebel				
		Medio			Bocas													
		Inferior																
	Pérmico																	

Figura 8. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico de la región de la Cordillera Oriental.

Cordillera Central- VMM												
Era	Periodo	Series	Geyer (1969)	Gonzales et al (1988)	Royero (1996)				Gonzales et al (2002)	Ingeominas-UIS (2006)	Clavijo (2008)	
			Departamento Bolívar	Cordillera Central Parte Norte	Serranía de San Lucas		VMM		Girón	Noreán	Morrocoyal	El Sudán
					Sur	Norte	Occidente	Oriente				
Mesozoico	Cretácico	Inferior										
	Jurásico	Superior		La Mojana		Girón	Arenal		Arenal		Arenal	
		Medio			Conjunto Volc. de Santa Rosa							
		Inferior	Morrocoyal	Morrocoyal		Conjunto Volc. de Santa Rosa						
	Triásico	Superior	El Sudán	Morrocoyal			Morrocoyal	La Mojana		Noreán		Noreán
		Medio										
		Inferior		El Sudán			El Sudán					
	Pérmico											

Figura 9. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico en el Valle Medio del Magdalena.

Cordillera Central- VSM																																	
Era	Periodo	Serie	Renz en Trumpy (1943)	Suescun Taborda (1949)	Geyer (1973) en Wiedmann y Mojca (1985)		Cediel, Mojica y Macía (1980)	Mojica y Liliñás (1984)		Wiedmann y Mojca (1985)	Gonzales et al (1988)	Royero (1996)																					
Mesozoico	Cretácico	Inferior	Post Payandé Red Beds	Zona E	Salitre Formation	Formación Saldaña	Formación Saldaña	Miembro Prado	Formación Saldaña	Prado Member	Formación Saldaña	Saldaña																					
	Jurásico	Superior											Zona D	Payande Gruppe	Formación Payandé	Segmento Payande 3	Grupo Payandé	Formación Payandé	Miembro Chicalá	Saldaña Formation	Chicalá Member	Formación Saldaña	Motema										
		Medio																						Zona C	Payande Formation	Miembro Amonítico	Segmento Payande 2	Formación Payandé	Miembro Superior	Payande Formation	Upper Member	Formación Saldaña	Motema
		Inferior																															
	Triásico	Superior	Zona A	Luisa Formation	Formación Luisa	Formación Luisa	Formación Luisa	Luisa Formation	Sandy Unit	Payande Formation	Upper Member	Formación Saldaña	Motema																				
		Medio												Pre Payandé Red Beds	Luisa Formation	Formación Luisa	Formación Luisa	Formación Luisa	Luisa Formation	Silty Unit	Payande Formation	Lower Member	Formación Saldaña	Motema									
		Inferior																							Zona A	Luisa Formation	Formación Luisa	Formación Luisa	Formación Luisa	Luisa Formation	Silty Unit	Payande Formation	Lower Member
	Pérmico																																

Figura 10. Integración de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico – Jurásico del Valle Superior del Magdalena.

### 7. Diagnóstico de las Unidades Evaluadas

#### 7.1 Síntesis Estratigráfica de las Unidades Evaluadas

**7.1.1 Formación Girón.** La autoría del término, se debe a Hettner (1892) bajo la denominación de “Series del Girón”. Hettner distingue facies dentro del Villeta en los alrededores de Zapatoca y Girón (Departamento de Santander) donde describe la unidad como una facies constituida por areniscas arcillosas rojas, con lutitas pardo-moradas y calizas a las que llama “Jironschichten”. El nombre de la unidad es estudiado posteriormente por Julivert (1958) y Navas (1963). (Julivert, 1968). Es Cediel (1968) quién después divide la unidad en 8 conjuntos

litológicos de la A-H con rango de Grupo, siendo el octavo conjunto denominado “Formación Los Santos”, (Pulido, et al., 1986). Ya que el límite entre la Formación Los Santos (Conjunto H) y la Formación Girón (Conjuntos de la A-G) es transicional y no en todas partes se le puede identificar fácilmente, por lo que emplea el término de Grupo Girón para toda la serie clástica. (Cediel, 1968). Trabajos posteriores hacen referencia a la Formación Girón sin aportar muchos avances: “Girón Group”, (Anderson 1926); “Piso de Girón” (Hubach y Alvarado 1932); “Group Girón” (Schuchert 1935); “Girón Series” (Wheeler 1935); “Estratos de Girón” (E. A Scheibe 1938); “Girón Beds” (Oppenheim 1940); “Formación Girón” (Botero Restrepo 1950); “Giron Complex” (Olsson in Jenks 1956); “Formación Girón” (Julivert, 1968).

Langenheim (1954), encontró los primeros afloramientos y los definió como la localidad tipo de la unidad, la cual se encuentra ubicada en la Cordillera Oriental, en el Departamento de Santander, específicamente en la Angostura del Río Lebrija y Quebrada Piedra Azul, Ferrocarril Bucaramanga- Barrancabermeja, Km 92-108. Se propone una sección de referencia secundaria por el carretable que desciende de la Cuchilla de Lagunetas a lo largo de la saliente entre Quebrada Las Peñas y Quebrada Platanalito. La Formación Girón aflora además, en los Departamentos de Santander y Boyacá a lo largo del Anticlinal de los Cobardes. Esta unidad aflora también en los alrededores de Contratación y hacia el Oriente de Bogotá en Quetame sobre el Río Negro. Navas (1963), establece una estratigráfica detallada del Girón en la localidad tipo; define los siguientes niveles de base a techo: Nivel inferior lutítico (550m); nivel arcósico inferior (170m); Nivel superior de lutitas con areniscas (850m); nivel arcósico superior (700m); Nivel de lutitas rojas (230m); conglomerado superior (120- 150m) (Julivert, 1968).

Después, Cediel (1968) realiza un estudio más reciente de la estratigrafía de la unidad en la sección tipo del río Lebrija, midiendo un total de 4560 m de espesor. La sección la divide en 7

conjuntos de la A-H, incluyendo la Formación Los Santos como un octavo conjunto que equivale al nivel H en su estudio: Conjunto A (610m): Areniscas de grano grueso, conglomerática, compacta, con estratificación entrecruzada en unidades grandes. Lechos delgados de conglomerados de cuarzo. Se presentan lentes lutíticos de tonos gris azulosos. Conjunto B (590m): Interestratificación de areniscas de grano medio a grueso con red beds. Conjunto C (430m): Areniscas de grano medio a grueso en cuerpos de estratificación entrecruzada. Se encuentran lechos de conglomerados de cuarzo. Conjunto D (650m): Interestratificación de areniscas con red beds en bancos de hasta 1m de espesor. En la parte superior las areniscas contienen numerosos lechos de cantos de cuarzo. Conjunto E (1040m): Areniscas de grano medio, compactas que, lateralmente, pero verticalmente pasan a lutitas y ocasionalmente a arcillolitas. Conjunto F (250m): Interestratificación de areniscas con red beds. Las areniscas ocurren en bancos un poco más potentes que las del conjunto D. Conjunto G (1080m): Areniscas de grano grueso en cuerpos de estratificación entrecruzada de 4m de potencia máxima. Conjunto H (190m): Areniscas de grano grueso bien calibradas de color naranja en las que se intercalan bancos de color rojizo generalmente del mismo material; estas areniscas rojas pasan lateralmente a lutitas o arcillolitas rojizas también.

Esta formación ha sido relacionada con la Formación La Quinta en la cordillera de Mérida por su clasificación composicional, y con la formación Montebel por tener facies dentro del Girón y estar dentro del área geográfica. Hacia el W del Macizo de Santander, en la localidad tipo, la unidad se encuentra infrayaciendo en discordancia a la Formación Los Santos y suprayaciendo la Formación Bocas en contacto discordante fallado (Cediell, 1968) .

En cuanto al contenido fósil, se encontró presencia de *Ptilophyllum* sp y fragmentos de *Elatociadus* al Sur de Floridablanca sobre la Quebrada Mensulí (Julivert, 1968). La edad que se

le asigna a la unidad es Jurásico Superior- Cretácico, esta ha cambiado con el transcurso del tiempo y de los estudios, inicialmente se creía que era del Triásico- Jurásico, luego definida como del Jurásico Superior- Cretácico temprano y recientemente como del Jurásico medio.

En el IV Simposio de Geología Regional se recomienda que debido a los comentarios en la Guía Estratigráfica Internacional (1976), la expresión “Formación Girón” debe abandonarse formalmente y se propone el nombre de “Formación de Angostura del Río Lebrija”. Clavijo hace una observación y propone que, para agilizar el uso de algunos de los nuevos términos propuestos para la época, se debería usar en vez del término “Formación de Angostura del Río Lebrija” se utilice “Formación del río Lebrija” (Clavijo Torres y Camacho Gómez, 1993).

### **Discusión:**

La denominación original de la unidad la realiza Hettner en 1982, en el área de Zapatoca (Julivert, 1968), pero la información que suministra en este estudio es incompleta al no estar acompañada de una columna estratigráfica ni presentar suficiente información geográfica. Julivert (1958) y Navas (1963) realizan un estudio detallado de la unidad. Cediél (1968), re estudia la unidad y propone como sección tipo La Angostura del Río Lebrija, donde distingue 7 facies litológicas e incluye un octavo conjunto que llama “Formación Los Santos”. La totalidad de estos conjuntos la denomina Grupo Girón (Cediél, 1968).

Según Pons (1982) en (Royero y Clavijo, 2001), la edad de la unidad ha sido descrita como del Jurásico Tardío al Cretácico temprano de acuerdo a fósiles de plantas hallados. Sin embargo, en Horton et al., (2010), un estudio radiométrico de U-Pb en circón realizado sobre la Formación Girón, arroja una edad de Jurásico medio. Se considera una razón válida decir que debido a que la Formación Girón no va hasta el Cretácico, no abarca todos los conjuntos

descritos por Cediell (1968) incluido la Formación Los Santos. En este sentido, no es válido continuar el uso del término Grupo Girón.

### **Recomendaciones:**

Se considera que la información disponible sobre Formación Girón es de las más completas, textural y composicionalmente. Se recomienda emplear la sección estratigráfica levantada en la Angostura del Río Lebrija y Quebrada Piedra Azul como estratotipo de la unidad en Santander, y la sección en la Cuchilla de Lagunetas a lo largo de la saliente entre Quebrada Las Peñas y Quebrada Platanalito como sección de referencia secundaria. Se considera válido continuar el uso del término Formación Girón para la unidad, pero se recomienda realizar estudios radiométricos adicionales para precisar la edad.

**7.1.2 Formación Noreán.** La autoría del nombre de “Formación Noreán” se debe a Clavijo (1996), quién emplea este término proveniente del corregimiento de Noreán, para referirse a una secuencia volcanoclástica que aflora en la carretera Buturama- Bombeadero, Aguachica (Clavijo, 1995).

La Formación Noreán ha sido denominada también como “Complejo Volcanoclástico de Noreán”, debido a que la unidad presenta dos ambientes: un ambiente volcánico (piroclástico y efusivo) asociado a un ambiente sedimentario continental fluvial y las relaciones entre las diferentes unidades litológicas que lo constituyen son heterogéneas y complejas sin poder establecer la base y techo de la secuencia (González Iregui, et al., 2015). Asimismo, Clavijo (1993) basado en sus estudios, propone la unificación de las Formaciones Bocas y Jordán en un grupo denominado por este autor como Grupo Noreán, y justifica su propuesta en razón a: 1) las

unidades de categoría inferior (Bocas- Jordán) que integran el grupo están ligadas genéticamente y presentan facies que registran un acontecimiento tectonosedimentario de dimensión intercontinental (Maze, 1985); 2) el concepto de grupo facilita el reconocimiento y futura formalización de otras divisiones de categoría subordinada en otras áreas (Conjunto Santa Rosa, secuencia de Yanacué, La Mojana, Guatapurí). En este trabajo se considera viable el uso del término Grupo Noreán, el cual incluiría las subunidades informales (Conjunto Volcánico de La Malena y Unidad Volcanoclástica de Santa Rosa).

La sección tipo se encuentra específicamente en el caserío Noreán, en la carretera Buturama- Bombeadero, a 1 km al Nororiente de Aguachica, Sur del departamento del Cesar. La sección levantada por Clavijo en Royero (1996), sobre la carretera Guamalito- Ayacucho - Tamalameque (Plancha 65), es considerada sección secundaria de referencia aceptable. Otros afloramientos representativos de la unidad se ubican en la vía Pueblito Mejía a El Reposo- Vereda La Cooperativa, y en la parte occidental de la Plancha 108 de Puerto Wilches, en el costado Noroccidental del Municipio de San Pablo, al Sur de Bolívar (Fonseca P, et al., 2012).

La geomorfología de la zona hacia donde aflora la unidad en la plancha 108 de Puerto Wilches en el Municipio de San Pablo, está conformada por un relieve abrupto de picos agudos, orientados en dirección Noroeste, que se extiende al Suroeste sobre la Quebrada Yanacué llegando hasta el caserío la Esperanza (Fonseca P, et al., 2012). En la plancha 56, la unidad aflora al Oriente y Occidente del corregimiento de San Roque, a manera de pequeños cerros. Hacia la Vereda El Caño, y en algunas quebradas como Simití, la geomorfología de la zona donde aflora la unidad se caracteriza por cimas subredondeadas con pendientes moderadas a suaves con patrón de drenaje subdentrítico (González Iregui, et al., 2015).

La descripción composicional de la unidad está dividida en dos regiones principales. Hacia la Región Occidental, la unidad se ha dividido en cuatro conjuntos: Conjunto efusivo-brechoide de conducto, el cual presenta dos facies, una lava-brecha maciza gris verdosa andesítica-dacítica constituida por fragmentos angulares de lavas y tobas de composición andesítico-dacítica, y la segunda facie, una lava estratificada, porfirítica, gris verdoso, con fragmentos que provienen de rocas efusivas, piroclásticas y epiclásticas. Conjunto piroclástico-epiclástico, el cual consta de tobas líticas rojo grisáceas a gris verdosas, alternadas con flujos lávicos, lodolitas y arenitas tobáceas; las tobas varían en composición de radiocitas a cuarzolatitas, dacitas y andesitas. Conjunto efusivo-piroclástico dacítico sin diferencias, constituido predominantemente por lavas dacíticas, riódacíticas y andesíticas, interpuestas a espacios más o menos regulares con tobas, tufitas epiclastitas y algunas capas de chert. Conjunto hipoabisal andesítico, el cual presenta naturaleza intrusiva evidente, se encuentra cruzando el segundo y tercer conjunto. Hacia la Región Oriental, la unidad está compuesta por arenitas y lodolitas arenosas líticas subarcósicas piroclásticas, lavas, tuffas, tobas y lavas de composición andesítica. Se presentan también asociadas algunos cuerpos hipoabisales, efusivos brechoides de composición calcoalcalina, y domos riolíticos. La unidad hacia esta región se divide en cuatro conjuntos: Conjunto piroclástico, el cual compone la parte inferior de la unidad, es el más extenso y es predominantemente clástico-epiclástico en sus partes media y superior, y piroclástico-epiclástico en la parte inferior. El segmento inferior es una alternancia de tobas cristalolíticas, lodolitas y arenitas tobáceas en capas planas a ligeramente onduladas paralelas; El segmento medio constituido por una alternancia de arenitas tobáceas, lodolitas y arenitas rojas grisáceas, interpuestas con capas aisladas de tobas cristalolíticas, dacíticas y el segmento superior constituido por arenitas, interpuestas con arenitas tobáceas y lodolitas. Conjunto

piroclástico –epiclástico, constituido por tobas cristalinas y cristalolíticas alternadas con lapilitas, aglomerados y capas aisladas de lodolitas, conglomerados lodosos y lavas. Conjunto efusivo-dacítico, el cual consta de lavas predominantemente dacíticas que varían a andesíticas hacia el norte (Quebradas Noreán, Besote, Seca). Y un último Conjunto hipoabisal andesítico, que presenta aspecto pseudoestratiforme y carácter intrusivo, (cruza los otros 3 conjuntos), los cuerpos de esta unidad se clasifican como silos generalmente macizos (Clavijo Torres, 1995).

La Formación Noreán en relación a su composición litológica netamente volcánica es correlacionable con varias unidades geológicas presentes en el país, entre estas están: El conjunto clástico- piroclástico de ésta con la Formación Jordán de Daconte y Salinas (1980). Estos autores lo consideran equivalente a esta unidad de capas rojas descrita por Cediél (1968), en Santander. Esta unidad es también correlacionable con la parte volcanoclástica de la Formación Guatapurí aflorante en las estribaciones orientales de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) y Valle del Río Cesar. En el nororiente, en la Serranía de Perijá de Colombia y Venezuela la unidad es semejante a la Formación La Quinta (Maze 1984), mientras que hacia el sur en el Valle Superior del Magdalena su equivalente es la Formación Saldaña. El conjunto efusivo dacítico es semejante a las rocas de la misma composición de la Formación Guatapurí y no se descarta la correspondencia con los conjuntos ignimbríticos de Caja de Ahorros, La Paila, y La Piña (Tschanz, et al., 1969). Fuera del país es correlacionada con el Conjunto Volcánico de La Malena, el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa y la Formación La Quinta (Fonseca P, et al., 2012).

La unidad infrayace en discontinuidad estratigráfica a la Formación Tablazo y a la unidad conglomerática de Arenal, y suprayace a la Formación Bocas en continuidad estratigráfica (Clavijo Torres, 1995). En el sector hacia el Oriente de Pueblito Mejía las tobas de la Formación

Noreán, descansan sobre el Neis de San Lucas en posición inconforme (Mantilla F, et al., 2006). La Formación sedimentaria La Virgen se deposita sobre la Formación Noreán en contacto fallado (González Iregui, et al., 2015).

El contenido bioestratigráfico de la unidad es casi nulo, el único registro fósil encontrado fue la impresión de la parte superior de una hoja, la cual se sugiere sea un cicadófito, concretamente un bennentital, comparable con el género *Ptilophyllum*. Debido a la presencia de éste fósil, la edad que se la asigna a la unidad es Jurásico Inferior a Medio (Clavijo Torres, 1995). Según dataciones radiométricas Rb-Sr, la edad de la unidad es de  $161 \pm 27$  Ma que corresponde a la parte alta del Jurásico Medio (Clavijo, et al., 2008).

### **Discusión:**

La Formación Noreán se encuentra aflorando hacia el caserío de Noreán, en la carretera Buturama- Bombeadero, a 1 km al Nororiente de Aguachica, donde Clavijo (1995), observa la unidad y levanta la sección tipo. El autor en 1993, basado en sus estudios propone que las Formaciones Bocas y Jordán se unifiquen en un grupo llamado Grupo Noreán. Esta propuesta presenta una buena justificación ya que las unidades incluidas en el grupo están ligadas genéticamente y comparten un evento tectonosedimentario. Además, con esta propuesta se integrarían las unidades de menor reconocimiento en otras áreas como el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa, Formación La Mojana y la Formación Guatapurí, de esta manera se facilitaría la correlación y estudio de todas las unidades relacionadas (Clavijo, 2017, Comunicación Personal). La unidad ha sido denominada “Complejo Volcanoclástico de Noreán”, debido a que presenta dos ambientes uno piroclástico y uno efusivo, y a que resulta complejo establecer la base y techo de la secuencia (González Iregui, et al., 2015). Esta

propuesta no se considera aceptable, ya que no contiene suficientes razones para denominarlo un “Complejo”. Según el Código Estratigráfico Internacional (2010), la identificación de un conjunto de rocas diversas como un complejo resulta útil cuando no es posible cartografiar por separado a escalas ordinarias cada uno de los componentes líticos. En este caso el uso del término “complejo” no aplicaría a la unidad de Noreán.

La unidad es dividida por el autor, en regiones oriental y occidental y éstas a su vez divididas en cuatro conjuntos para explicar su composición litológica. Por otro lado, Royero (1996), describe seis conjuntos hacia la región Oriental y dos conjuntos hacia la región Occidental. Los conjuntos expuestos por ambos autores son correlacionables. Esta unidad ha sido estudiada por pocos autores hasta el momento, por lo cual la descripción composicional más aceptada es la de Clavijo (1995) en la plancha 75 de Aguachica.

Debido a la composición predominantemente volcánica, la Formación Noreán es correlacionada con varias unidades del Triásico- Jurásico dentro del país y fuera de éste, entre estas: Formación Jordán, Formación La Quinta, Formación Guatapurí, conjunto volcanoclástico La Malena. Según el diagrama explicativo de la nomenclatura del Triásico- Jurásico de Royero (1996), también con la formación Mojana de la Serranía de San Lucas, la cual es correlacionada de acuerdo a la edad. Según Fonseca et al., (2012), esta unidad se correlaciona también con el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa al Oeste y Norte de la Serranía de San Lucas, y con el Conjunto Volcanoclástico de La Malena al oriente del Departamento de Antioquia. Estas correlaciones estratigráficas basadas en la edad de la Formación Noreán se consideran válidas ya que ambos conjuntos volcanoclásticos mencionados están conformados por rocas de origen volcánico, como flujos volcánicos riolíticos, brechas volcánicas, tobas, diques basálticos, y pórfidos andesíticos muy similar a la composición de la Formación Noreán.

Ya que el contenido fósil de la unidad es escaso- nulo y el único hallazgo es la impresión de una hoja comparable con el género *Ptilophyllum*, la asignación del tiempo en que se depositó Noreán se realiza en base a estudios radiométricos realizados y esto es lo que le impone confiabilidad a la edad geológica.

### **Recomendaciones**

Se sugiere subir el rango de la Formación Noreán a Grupo, conformando así el “Grupo Noreán”, de esta manera se integran las unidades que presentan facies similares lo cual facilita su nombramiento, contribuyendo al reconocimiento y futura formalización de unidades de baja categoría como el Conjunto Volcanoclástico de La Malena, el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa. Para esto es necesario un estudio detallado en el área con el cual se haga verídico la conformación del Grupo Noreán, y se descarte la idea de denominarlo “Complejo Volcánico de Noreán”. Se recomienda también, levantamiento de columnas de referencia que permita aclarar la incertidumbre sobre el límite inferior y superior de la unidad, y sus correlaciones.

**7.1 3 Formación La Quinta.** El autor de la unidad es E. Kunding (1938), quién creó el término para referirse a las rocas entre el Paleozoico y Cretácico en los Andes de Mérida, Venezuela. La introducción en Colombia fue realizada por Miller, J. B (1960), quién introduce el nombre de Formación La Quinta en la estratigrafía colombiana, reemplazando en esta forma la denominación de Formación Girón usada originalmente por Hettner (1892) para designar los sedimentos rojos que se encuentran en el municipio de Girón cerca de Bucaramanga. Posteriormente Radelli (1962) mantiene la denominación de Formación La Quinta dada por Miller (Julivert, 1968).

La sección tipo de la Formación La Quinta fue descrita por Kunding (1938) cerca de La Grita en los Andes de Mérida, Estado de Táchira, Venezuela. En Colombia, la Formación La Quinta no sólo está expuesta en los alrededores de Manaure sino a todo lo largo del costado occidental de la Serranía de Perijá, desde su parte sur (Serranía de los Motilones) hasta la Península de la Guajira. Aunque no existe un estratotipo para la unidad, se han levantado algunas columnas estratigráficas que se consideran secciones secundarias de referencia; en la localidad de Cuchilla, de Pereira cerca de La Paz, se encuentra la más antigua (Forero S, 1970). Hacia Santa Isabel- El Pancho en La Jagua de Ibirico, una sección levantada por Hernández (2003), y la más reciente levantada en el Río Manaure por Gómez, et al., (2010).

Hacia la vertiente W de la Serranía de Perijá, la geomorfología de la zona donde aflora la unidad se caracteriza por ser una zona de falla (Falla de Oca), en el filo Majuyura, donde se encuentran los ríos Ranchería y Cesar (Julivert, 1968). Hacia Bosconia, la unidad aflora en pequeños cerros de 30 a 50m de altura hacia el Norte de la Sabana de El Medio en Verdesia (González Jiménez, et al., 2002).

La descripción composicional de la Formación La Quinta consiste en una sucesión predominantemente detrítica, con abundante material vulcanoclástico. El autor señala una composición representada por areniscas interestratificadas con tobas, y lavas andesíticas. Distingue además las siguientes facies: a) Conglomerados: constituyen la base y presentan cantos de lava ácida; b) Rocas volcánicas ácidas, asociadas con las areniscas; c) Areniscas (Julivert, 1968). Por otro lado, Forero (1972) en Cáceres et al (1980), diferenció y definió los siguientes segmentos de base a techo: Segmento A: Conglomerados y areniscas rojas, Segmento B: segmento arenoso con intercalaciones de areniscas de grano fino rojas con estratificación cruzada, Segmento C: areniscas rojas con tobas riolíticas en la base seguidas de conglomerados

compuestos por guijos de rocas volcánicas riolíticas dentro de una matriz de arenisca roja, Segmento D: consiste en rocas volcánicas félsicas: riolitas y tobas riolíticas (Hernández, 2003).

La Formación La Quinta ha sido correlacionada con otras unidades de características petrofaciales, donde hay intercalaciones de rocas volcánicas con sedimentos rojos, como la Formación Morrocoyal y Payandé. Ha sido correlacionada también con la Formación Girón en Santander por los “red beds” encontrados en ambas unidades (Maze, 1984), con la formación Guatapurí en la Cuenca Cesar- Ranchería, con la formación Montebel, Bocas y Saldaña (Hernández, 2003). El límite estratigráfico superior de la unidad corresponde a los sedimentos detríticos del Cretácico concordantemente, mientras que el límite inferior corresponde a los sedimentos del Pérmico –Triásico discordantemente (Forero S, 1969). Cerca de la Grita, la Formación La Quinta yace en discordancia angular sobre filitas cloríticas y esquistos de la Formación Mucuchachí. En la cuenca del Río Cesar, la formación suprayacente es la Formación Río Negro en contacto de tipo paraconforme, pero en el filo El Avión, en Sabana Rubia, el contacto es discordante (González Jiménez, et al., 2002).

La bioestratigrafía de la Formación La Quinta en la Sierra de Mérida, corresponde a algunos ostrácodos (Forero S, 1969), restos de peces del género *Lepidotus* (Forero S, 1970), y Conchostracan (*Estheria*) (Maze, 1984). La unidad se sitúa estratigráficamente en el intervalo Triásico-Jurásico por Kundig (1938); Forero (1970) le asigna edad Triásico Superior-Jurásico Inferior y Schubert et al., (1979) basado en la sección tipo en La Grita, le asigna edad Triásico inferior (Datación radiométrica en tobas) a Jurásico (Datos basados en restos vegetales) (Hernández, 2003); Cáceres et al., (1980), la sitúa en un intervalo de Pérmico Tardío- Cretácico Temprano.

**Discusión:**

La Formación La Quinta fue inicialmente descrita por Kunding (1938), quién crea el término para denominar la unidad en Venezuela, y define la sección tipo en La Grita, Táchira. Es Miller (1960), quién la introduce en Colombia, inicialmente para reemplazar la denominación de Formación Girón usada por Hettner (1892), pero posteriormente se continúa su uso para referirse a las unidades aflorantes, en los alrededores de Manaure y a lo largo de la Serranía de Perijá hasta la península de la Guajira. No existe un estratotipo definido para la Formación La Quinta en Colombia, por lo que se han levantado algunas secciones usadas como referencias secundarias para el estudio de la unidad.

Para explicar la composición de las rocas que componen la unidad, la secuencia se divide en conjuntos de acuerdo a su composición. En Julivert (1968), esta sucesión es dividida en tres conjuntos, y en Hernández (2003) se divide en cuatro conjuntos. Estos conjuntos son correlacionables ya que incluyen los tres principales tipos de roca: Conglomerados, areniscas y rocas volcánicas ácidas. Sin embargo, se considera necesario realizar la descripción composicional sobre el estratotipo de la unidad.

La unidad ha sido correlacionada con diferentes unidades del Triásico-Jurásico debido a su composición y posición estratigráfica, entre estas la Formación Guatapurí, Morrocoyal, Montebel, Girón, Payandé, Bocas y Saldaña. De acuerdo con los estudios radiométricos realizados a las tobas de la unidad, la edad de la Formación La Quinta es Triásico Superior-Jurásico, la cual se considera confiable.

### **Recomendaciones**

Se recomienda definir una sección estratigráfica como estratotipo de la unidad en Colombia (Serranía de Perijá), ya sea realizando trabajo de campo en las localidades donde aflora la Formación La Quinta y levantando una nueva columna, ó adoptando una de las secciones secundarias de referencia como el estratotipo. Se propone usar la sección levantada por Gómez et al., (2010) en el río Manaure como estratotipo ya que esta es la localidad principal de afloramiento de la unidad, y la columna presenta una recopilación de información completa, escala, espesor y descripción bioestratigráfica. Se recomienda mantener el uso de término “Formación La Quinta” para la unidad en la Serranía de Perijá, destacando que la unidad denominada la Quinta en Mérida es distinta.

**7.1.4 Formación Bocas.** La unidad fue introducida por Dickey (1941) como “Bocas Series”. Posteriormente se introdujeron otros términos como “Series de Las Bocas” (Bürgl, 1961), “Formación Las Bocas” (Bürgl, 1961), “Serie de Bocas” (Navas, 1962) (Julivert, 1968). Otros autores exponen que la unidad fue descrita inicialmente por Phillip Merrit (1936), quién propuso llamar “Series Bocas” a la parte menos fosilífera desde Puente Tierra a Bocas, y “Serie Suratá” a la parte más fosilífera que la infrayace. Es Dickey (1941) quien la denomina “Formación Bocas” (Decorte B y Salinas E, 1980). Otros dicen que el origen del nombre de la unidad se debe a Rabe (1974) y la datación a Remy et al (1975) (Mojica, 1980). De acuerdo a Etayo-Serna (1983), Clavijo (1995) y Fonseca et al., (2011), la autoría se le asigna a Dickey (1941), pero son Ward, D., Goldsmith, R., Cruz, J, y Restrepo, H (1973) quienes introducen el término de “Formación Bocas” por primera vez.

La sección tipo de la Formación Bocas es compuesta, es decir, se encuentra medida en dos secciones. La parte inferior medida a lo largo de la carretera Bucaramanga-Río negro, desde la Calera-San Luis a la quebrada Santa Elena, y la parte superior medida al sur del pueblo de Bocas (Ward, et al., 1973). La mejor sección de la unidad se encuentra hacia el extremo Oriental de Aguachica, límite entre plancha 75 y 76 por la carretera Aguachica- Río de Oro, Brisas-Fátima (Clavijo Torres, 1995). Allí el autor levanta una columna estratigráfica, considerada una sección de referencia secundaria.

La descripción composicional de la Formación Bocas está constituida por shales oscuros, muy carbonosos en algunos puntos con algunas capas delgadas de caliza y en la parte inferior con algunas areniscas de grano fino (Julivert, 1968). Por la carretera Aguachica- Río de Oro la unidad se compone por una alternancia de arenitas gris verdosas y lodolitas abigarradas, con interposiciones aisladas de calizas y algunas capas de tobas y lavas de composición intermedia. Las arenitas varían a conglomeráticas y los conglomerados se encuentran hacia la base y parte media. Las variedades arcillolíticas son fósiles, de colores gris verdoso, y rojo grisáceas con nódulos calcáreos hacia la parte alta de la sección. Las calizas son biomicríticas, grises, pobres en fósiles (Clavijo Torres, 1995).

La Formación Bocas ha sido correlacionada con la Formación Morrocoyal según Geyer (1969), aflorante en las estribaciones noroccidentales de la Serranía de San Lucas, debido a que la unidad aflorante hacia Aguachica contiene mayor cantidad de rocas volcánicas que la Formación Bocas de Santander (Clavijo Torres, 1995). Ha sido correlacionada con la formación Montebel y Batá (Fúquen M, et al., 2011). En el área de Santander la unidad se encuentra en contacto normal con la infrayacente Formación Diamante, y en contacto transicional con la

suprayacente Formación Jordán (Ward, et al., 1973). La unidad volcanoclástica de Noreán se encuentra sobre la formación Bocas en contacto transicional (Clavijo Torres, 1995).

Los fósiles que constituyen la unidad son Mesocalamites sp., y Cordaitessp reconocidos por Langenheim (1959) (Julivert, 1968). Gasterópodos, conchostracanados y ostrácodos (Ward, et al., 1973). Amonitas, bivalvos y restos de plantas (Mojica, 1980). Braquiópodos y spififers (Decorte B y Salinas E, 1980).

La edad que se le asigna a la unidad Bocas ha ido cambiando a través del tiempo de acuerdo a diferentes trabajos realizados sobre ella; Julivert (1968), le asigna una edad Pensilvania, Ward et al., (1973) la considera de edad Triásico. En Mojica (1980) le asignan una edad Jurásico Inferior a Medio.

### **Discusión:**

La autoría de la Formación Bocas es dudosa porque según Julivert (1968), Etayo (1983) y Fonseca et al., (2011) ésta se le atribuye a Dickey (1941), pero según Decorte et al., (1980) la autoría es de Phillip Merrit (1936) y el nombramiento a Dickey (1941); pero según Mojica (1980), el origen del nombre de la unidad se debe a Rabe (1974). De acuerdo a la información consultada y recopilada, Dickey (1941) debe ser considerado como autor principal.

La sección tipo de la Formación Bocas que Ward (1973) describe en su estudio, es considerada como el estratotipo de la unidad, ya que es una columna estratigráfica completa en cuanto a su descripción composicional, límites estratigráficos, espesores y bioestratigrafía. Esta sección no presenta una escala, por lo que se considera incompleta. La sección que levanta Clavijo (1995), presenta una buena descripción composicional, tiene escala y espesores por lo

que se propone usarla como sección de referencia secundaria o complemento junto con la sección de Ward et al., (1973), para un estudio más completo de la unidad.

La edad geológica que se le asigna a la unidad no es definida, pero según el contenido fósil encontrado se considera en general, entre el Jurásico Inferior a medio.

### **Recomendaciones:**

Se propone considerar a Dickey (1941) como el único autor de la Formación Bocas, teniendo en cuenta los aportes de Bürgl (1961), Remy (1975) Ward, D., Goldsmith, R., Cruz, J, y Restrepo, H (1973). Se recomienda mantener el uso del término “Formación Bocas”, para la unidad aflorante en Santander y correlacionarlo con la Formación Morrocoyal en cuanto a su descripción composicional. Se sugiere considerar la sección tipo de Ward et al., (1973) como el estratotipo de la unidad complementado con un estudio radiométrico y paleontológico amplio en las localidades donde aflora la formación Bocas, que permita definir la edad geológica y de esta manera aportar a la formalidad de la unidad.

**7.1.5 Formación Cajú.** El nombre de la unidad fue introducido por Rollins (1960), quién crea el término ese año, pero describe la unidad en 1965 (Julivert, 1968). Por otro lado, se considera que la unidad fue definida por Renz (1956), bajo el nombre de “Nivel I”, el cual constituye la parte basal del Grupo Cosinas, posteriormente Rollins (1965) renombra el nivel como “Formación Cajú” (Zuluaga, et al., 2009).

La sección tipo de la formación Cajú se encuentra un kilómetro al Norte de Cerro Pachepa. Esta sección fue levantada por Rollins (1965) y posteriormente dibujada por Mary Ruíz, 2001 (Ingeominas). De acuerdo con Etayo y Barrero (1983), la localidad tipo de la

formación Cajú se encuentra medio kilómetro al oeste del pueblo indio de Cajú. Según Zuluaga et al., (2009), la sección tipo de la unidad se encuentra a 500m de la Ranchería Cajú. La sección tipo de la formación Cajú considerada en este trabajo es la levantada por Rollins (1965), dibujada por Mary Ruíz, 2001 (Ingeominas), ya que se basa en la original, contiene una descripción composicional completa, límites estratigráficos, espesores y escala.

La geomorfología del área donde aflora Cajú, se caracteriza por zonas planas, extensas en área, con desarrollo de colinas con alturas inferiores a seis metros y pendientes suaves. Localmente se observan forman escarpadas con alturas mayores a diez metros que se asocian a litologías calcáreas (Zuluaga et al., 2009).

La descripción composicional se compone de lutitas con algunas capas delgadas de areniscas y calizas. Son comunes los nódulos calcáreos y concreciones limoníticas hacia la base de la unidad. Es correlacionada con el Grupo Cosinas, y sus límites estratigráficos son la Formación Cheterló como límite inferior en contacto gradual, y la Formación Chinapa como límite superior (Julivert, 1968). La unidad también se encuentra en contacto fallado con las formaciones Cuisa y Siamaná (Zuluaga et al., 2009).

Rollins (1965), cita *Astarte* sp., y *Crassatella* sp; también menciona *Perisphinctes* cf el cual es una forma del Jurásico Superior (Julivert, 1968). Hacia la parte superior de la unidad, Rollins (1965) identifica remanentes de *Exogyra* y *Ostra*, y hacia el tope de la unidad, *Astarte* y *Crassatella*. Hacia la base algo de amonitas mal preservadas (Zuluaga, et al., 2009). La edad geológica de la unidad es Jurásico Superior a Medio (Etayo Serna y Barrero Lozano, 1983).

**Discusión:**

La unidad fue definida por Rollins (1960) y descrita en 1965 por el mismo autor. Existen varias opiniones sobre la localización de la sección tipo de la unidad, pero se considera la sección tipo descrita en la columna modificada por Ruíz, (2001) como la más aceptable, y por lo tanto como el estratotipo de la unidad.

La Formación Cajú no tiene equivalentes en el oeste de Venezuela ni en el sector oriental de Colombia, por lo que no puede ser correlacionada fuera de su sección tipo (Zuluaga, et al., 2009).

El contenido fósil de la unidad es escaso por lo que los autores que han estudiado la unidad coinciden en asignarle una edad de Jurásico Superior a Medio, basada en relaciones estratigráficas con la Formación Cheterló en la base y la Formación Chinapa al tope.

**Recomendaciones:**

Se recomienda considerar como estratotipo de la unidad, la sección tipo localizada a un kilómetro del Cerro de Pachepa ya que contiene buena información composicional, presenta límites estratigráficos y contactos claros; sin embargo, es conveniente levantar columnas detalladas en las otras localidades mencionadas con el fin de complementar la información existente de la unidad, que puedan ser usadas como secciones de referencia secundaria. El término “Formación Cajú” ha sido utilizado desde su denominación, por lo que se recomienda conservarlo.

**7.1.6. Formación Los Indios.** La descripción original de la unidad se le atribuye a Trumpy en (1943), quién la denomina “Estratos de los Indios”, el cual era un término inédito usado por la compañía Shell; mientras que Geyer (1973) emplea el término “Subformación El

Indio” ya que la considera una parte del grupo Girón (Mojica, 1980). Según Colmenares et al., (2007), esta unidad fue descubierta por R Martin y O. Renz en (Trumpy, 1949) en la Quebrada El Indio, localizada aproximadamente a 22 kilómetros al sureste de Fundación, Magdalena, Tschanz et al., (1969), la elevaron al rango de formación y la denominaron Formación los Indios (Mojica, 2000).

La localidad tipo de la unidad se encuentra en la Quebrada Los Indios al SE de Fundación (Etayo Serna y Barrero Lozano, 1983). La unidad ha sido levantada en otras localidades: Sección Cerro del Aguila, Sección Quebrada de la unión, Sección Arroyo Los Indios, y Sección Quebrada Chiquinquirá (Gómez Plata, 2017).

La unidad es constituida por una secuencia granodecreciente con capas canaliformes, con contactos irregulares y laminación inclinada de conglomerados poligénicos con matriz de arenita rojiza de grano medio, conglomerados de grano medio y sublitoarenitas de grano medio a grueso. Hacia el tope aparecen capas delgadas de lodolitas silíceas con interlaminaciones muy ricas en conchas y conchostracodos (Colmenares B, et al., 2007). Un estudio reciente de la unidad, la divide en facies; Facies I: Conglomerados arenosos masivos. Facies II: conglomerados arenosos gradados. Facies III: Conglomerados arenosos intraformacionales gradados. Facies IV: Arenitas granulares gradadas y estratificadas. Facies VI: Arenitas laminadas. Facies VII: Arenitas con ondulitas. Facies VII: Lodolitas y limolitas gradadas. Facies IX: Arenitas con estratificación cruzada. Facies X: Arenitas con estratificación ondulosa. Facies XI: Lodolitas y arenitas estratificadas. Facies XII: Lodolitas y limolitas laminadas. Facies XIII: Biomicritas arenosas. Facies XIV: Margas y biomicritas wackstone laminadas. Facies XV: Intercalación micritas fosilíferas mudstone y biomicritas wackstone. Facies XVI: Tobas y basaltos (Gómez Plata, 2017).

Los Indios, ha sido correlacionada con la Formación Montebel y con la Formación La Quinta en la Serranía de Mérida por presentar similitudes entre los afloramientos. La unidad cubre discordantemente las rocas metamórficas pertenecientes a la Granulita de Los Mangos hacia la sección Río Cesar y es cubierta discordantemente por la secuencia volcanoclástica de la Ignimbrita de Los Clavos (Colmenares B, et al., 2007). Según Gómez Plata (2017), la unidad es suprayacida por las rocas de la Formación Corual en la Sección Chiquinquirá y a su vez por la Formación Guatapurí en la Sección Quebrada la Unión.

Se encontró presencia de braquiópodos, ostrácodos, gasterópodos, y *Cyzicus Estheria lerchei* (Mojica, 1980); también intercalaciones muy ricas en conchas de conchostracos (Colmenares B, et al., 2007). La edad de la unidad ha sido controversial, ya que según Renz en Trumphy (1943), la *Estheria* encontrada podría ser del Jurásico Inferior. Posteriormente Cediell (1968), sugiere que la Formación Los Indios sea de edad Permiano superior o Triásico inferior. Tschanz (1969) le asigna una edad inferida de Pérmico Tardío a Triásico Temprano, solamente por su posición estructural y estratigráfica respecto a las demás unidades del macizo. Geyer (1973), describe la fauna de este conjunto como del Triásico Tardío. La edad más precisa de la formación Los Indios es Carniano - Noriano considerando los fósiles conchastrócodos descritos en esta unidad (Gómez Plata, 2017).

### **Discusión:**

La unidad fue inicialmente reconocida por Trumphy (1943) y elevada a rango de formación por Tschanz et al., (1969). El término de “Formación Los Indios” se ha venido utilizando desde 1969 hasta el día de hoy, siendo la unidad cartografiada en diferentes planchas, por varios autores.

La localidad tipo de la unidad se encuentra en la Quebrada Los Indios, al Sureste de Fundación Magdalena, pero no presenta un estratotipo específico. En el 2017, Gómez Plata (Estudiante de Maestría), realizó un estudio extenso sobre la Formación Los Indios y levantó cuatro secciones en cuatro diferentes localidades alrededor de la Sierra Nevada de Santa Marta. En estas secciones se observan los límites estratigráficos de la unidad de acuerdo a la ubicación, la descripción composicional y el contenido fósil, por lo que se consideran secciones de referencia secundaria para la unidad.

Los estudios realizados por otros autores sobre la descripción composicional de la unidad arrojan una secuencia de conglomerados poligénicos con matriz de arenita de grano medio, y lodolitas calcáreas hacia el tope ricas en conchas y conchostracodos. Esta descripción de la unidad no es detallada, por lo que resulta conveniente utilizar el trabajo de Gómez Plata (2017), como base para investigaciones futuras de la unidad Los Indios, tanto por su estudio composicional como por las secciones levantadas al detalle que permiten observar los límites y contactos. La unidad solo ha sido correlacionada con Montebel y La Quinta. El contenido fósil consiste principalmente en braquiópodos, ostrácodos, gasterópodos y conchastrócodos, con los cuales se le asigna la edad geológica de Carniano- Noriano a la unidad.

### **Recomendaciones:**

Se sugiere conservar el nombre “Formación Los Indios” ya que ha sido utilizado por casi 50 años, y cumple con la observación de llevar un término geográfico apropiado de acuerdo al Código Estratigráfico Norteamericano (2010); se propone establecer las cuatro secciones levantadas por Gómez Plata (2017) como secciones de referencia principal y se sugiere además

realizar un estudio paleontológico a detalle que permita una correcta posición cronoestratigráfica de la unidad para correlacionarla con otras unidades similares composicionalmente.

**7.1.7 Formación Morrocoyal.** Nombre inicialmente empleado por Trumpy (1943), para referirse a una sucesión de arcillolitas y calizas oscuras bien laminadas ricas en amonitas y bivalvos, presente en la región de la Ciénaga de Morrocoyal. Posteriormente una descripción detallada y un estudio paleontológico de la unidad fue efectuado por Geyer (1969), con base en una sección localizada a dos kilómetros del Corregimiento del Sudán (Mantilla F, et al., 2006).

La localidad tipo designada para la Formación Morrocoyal es el Sudán, Ciénaga de Morrocoyal, Departamento de Bolívar, donde se encuentra su estratotipo. En esta localidad la unidad está compuesta por lutitas gris oscuras, volcanitas y tobas volcánicas intercaladas (Geyer, 1969). Existe una nueva localidad de la unidad encontrada en la Mina de Santa Cruz, 9 kilómetros al Sur del Corregimiento de el Alto Rosario, la cual mostró una sucesión de arcillolitas y limolitas gris oscuras en roca fresca y crema en roca alterada, con niveles abundantes en fauna de amonitas, cuyas formas son similares a las encontradas en el nivel calcáreo superior de la sección visitada en la Loma de Los Angeles. Esta sección encontrada en la Mina de Santa Cruz es afectada por intrusiones de rocas de composición ácida. Se relaciona la presencia de oro en el sector debido a una importante removilización de fluidos hidrotermales que generaron piritización y silicificación en las arcillolitas (Mantilla F, et al., 2006).

La unidad se puede correlacionar con la Formación Bocas en Aguachica, debido a su composición (Clavijo, 2017, Comunicación personal), y con la Formación Saldaña en los alrededores de El Banco (Mojica y Llinás, 1984). El contacto inferior de la Formación Morrocoyal con la Formación Sudán, es neto marcado por el paso de arenitas tobáceas de color

amarillo a shales oscuros (Mantilla F, et al., 2006). La sección levantada por Geyer (1969) en la localidad tipo no presenta límites estratigráficos claros, porque se enfoca en el estudio de los fósiles presentes en la unidad.

El contenido fósil en la unidad es abundante. Amonitas, lamelibranquios, corales solitarios, gasterópodos, y restos de plantas son los ejemplares encontrados en la Formación Morrocoyal (Mojica, 1980). La edad establecida para la Formación Morrocoyal es Jurásico Inferior según (Geyer, 1969). Dataciones radiométricas en el sector Minero Santa Cruz Plancha 64 por Mantilla et al., (2006), en diques de riolita que cruzan la Formación Morrocoyal muestran una edad en K-Ar de  $194 \pm 6$  Ma, que corresponde a parte baja del Jurásico Temprano (Clavijo, et al., 2008).

### **Discusión:**

La unidad es reconocida inicialmente por Trumpy (1943), pero es Geyer (1969), quién realiza una descripción detallada con un estudio paleontológico en la localidad tipo a dos kilómetros del Corregimiento del Sudán. La Formación Morrocoyal aflorante en las estribaciones noroccidentales de la Serranía de San Lucas, es correlacionable con la Formación Bocas que aflora en la plancha 76 del Servicio Geológico Colombiano por Decorte y Salinas et al., (1980), pero no hay mucho estudio sobre esta correlación. La edad asignada a la unidad se establece en base a los fósiles encontrados y estudiados, y a las dataciones radiométricas hechas sobre rocas ígneas que intruyen los sedimentos de Morrocoyal. El estratotipo definido para la unidad es la sección levantada por Geyer (1969), el cual se centra únicamente en resaltar la bioestratigrafía presente más no en la composición de la unidad, o de los límites estratigráficos.

**Recomendaciones:**

Es conveniente realizar un levantamiento detallado en el área del Corregimiento Sudán que permita complementar la sección tipo de Geyer (1969); además de describir la unidad composicionalmente a detalle, establecer sus límites y tipos de contactos, así como sus correlaciones estratigráficas. El nombre de la unidad debe ser conservado ya que cumple con las condiciones expuestas en el Código Estratigráfico Norteamericano (2010), de incluir un término geográfico apropiado como nombre. También es un término de uso común, conocido dentro de la nomenclatura estratigráfica de Colombia.

**7.1.8 Formaciones Luisa, Payandé y Saldaña.** Esta secuencia fue reconocida por O. Renz (en Trumpy, 1943) como “Payandé Formation”, pero muchos autores han cambiado arbitrariamente este término. Suescún (1946), la denomina “Formación Caliza”, más tarde Suescún y Taborda (1949) usan el nombre “Series de Payandé”, para abarcar las tres posibles unidades Triásico- Jurásico del Valle Superior del Magdalena (VSM). Hubach (1957) engloba las tres formaciones Pre Payandé, Payandé y Post-Payandé bajo el título de “Grupo Payandé”, constituyendo la Formación Payandé la parte media del grupo. Finalmente, es Nelson (1959) quién eleva las unidades a rango de formaciones y retorna al nombre original de “Formación Payandé” para indicar una secuencia calcáreo-silíceo.

Posteriormente, Geyer (1973) debido a su hallazgo de amonitas y bivalvos propone dividir y reemplazar el Grupo Payandé de base a techo por las formaciones Luisa, Payandé y Salitre, pero es Cediél (1968) quién asegura que los afloramientos de la localidad tipo de la Formación Salitre, no son tan ilustrativos por lo cual recomienda el nombre de “Formación Saldaña” para la última división (Julivert, 1968).

**7.1.9 Formación Luisa.** La autoría de la unidad Formación Luisa, se le atribuye a Renz en Trumpy (1943), quién la denomina inicialmente como “Pre-Payandé Red Beds” dentro de una secuencia de tres unidades. Posteriormente, Geyer (1973) reemplaza el nombre de “Pre-Payandé Red Beds” por “Formación Luisa” (Gómez, 2003).

La localidad tipo de la Formación Luisa como parte del Grupo Payandé es en la región entre Payandé y Rovira (Mojica y Macia, 1987). Sin embargo, Mojica y Herrera (1986), establecen como sección tipo de la unidad, el Río Luisa, 3 kilómetros al SEE de Rovira. Las mejores localidades conocidas para la unidad son: El río Luisa al Este de Rovira, el Río Cucuana al Sureste de Rovira, y la Quebrada La Tigrera al Noreste de Chaparral (Mojica y Herrera, 1986).

La formación Luisa está principalmente compuesta por conglomerados, brechas sedimentarias, lutitas, limolitas y arcosas con una típica coloración roja, con matriz es arcósica con cemento calcáreo ferruginoso (Núñez Tello y Murillo Rodríguez, 1982). Sobre el camino a Santo Domingo la litología de la parte inferior de la unidad es compuesta por arcillolitas rojizas, hacia el tope de la unidad, areniscas rojas-amarillentas de grano fino a medio, friables con microfallas; ausencia de conglomerados y brechas debido a la tectónica del área (Ingeominas, 1993).

La unidad presenta 650 m de espesor a lo largo de la carretera Rovira-Santa Rosa, y 800m en la sección tipo (Mojica y Herrera, 1986). La Formación Luisa está correlacionada con la formación Sudán del norte de la Serranía de San Lucas en la Cordillera Central (Clavijo Torres, 1995). Hacia la localidad tipo, en la región de Payandé y Rovira, la unidad tiene como límite inferior el Batolito de Ibagué en contacto fallado, mientras que como límite superior tiene la Formación Payandé en contacto discordante (Gómez, 2003).

El contenido fósil de la unidad es ausente por lo que se dificulta la datación con precisión de la unidad. Sin embargo, Mojica y Llinás (1984) en su trabajo manifiestan haber encontrado huellas de invertebrados.

### **Discusión:**

El origen de la unidad se le atribuye a O. Renz en (Trumpy, 1943), quién la denomina “Pre Payandé Red beds” inicialmente. Es Geyer en 1973, quién propone el nombre de “Formación Luisa” el cual es el término más conocido y usado por estudiantes e investigadores hoy día.

Geyer (1973) propone como localidad tipo hacia el SEE de Rovira, la cual se considera una de las mejores localidades de la unidad y allí se establece su sección tipo. El estratotipo de la unidad es considerado bueno, ya que presenta escala, explicación de la composición litológica, límites inferior y superior. La descripción litológica de la unidad se considera aceptable; la correlación estratigráfica que se le establece a la Formación Luisa es la Formación Sudán. Esta correlación es descrita por pocos autores por lo que un estudio más extenso de la edad de las formaciones sería recomendable. El contenido fósil de la unidad es prácticamente nulo por lo que se dificulta la datación de ésta.

### **Recomendaciones:**

Se recomienda realizar dataciones radiométricas para definir su edad y de este modo obtener una correlación más precisa de la unidad estratigráficamente; se aconseja igualmente, mantener el nombre de la unidad como “Formación Luisa” ya que éste se ha venido utilizando desde la modificación de Geyer (1973) hasta el día de hoy.

**7.1.10 Formación Payandé.** Desde Renz en Trumphy (1943), la Formación Payandé fue reconocida dentro de una secuencia que ha variado de nombres a través de los años. En esta secuencia, Renz le dio nombre de “Payande”, posteriormente Suescún y Taborda (1949), emplean el término de “Series de Payandé” como equivalente de la “Formación Payandé” para referirse a todos los sedimentos Triásico-Jurásicos, queriendo ampliar con ello la nomenclatura de Renz. Estos autores dividen la secuencia en zonas de la A-E, donde Zona C corresponde a la “Formación Payandé”. Nelson en 1957 reemplaza el nombre de “Zona C” por “Payandé Formation”; Más adelante en 1969, es Barrero quién establece el término de “Formación Payandé” el cual se mantiene hasta el día de hoy. En 1973, Geyer hace una división dentro de la formación Payandé. El autor propone tres conjuntos: Segmento Superior, Nivel amonítico y Segmento Inferior. En 1980, es Cediél quién propone tres conjuntos dentro de la formación Payandé, que se consideran correlacionables con los propuestos por Geyer (1973). Estos conjuntos los denomina: Segmento Payandé 3, Segmento Payandé 2, y Segmento Payandé 1.

La localidad tipo de la formación Payandé se encuentra ubicada en los alrededores de Payandé (Tolima) entre los ríos Coello y Luisa, pero la serie más completa está en los alrededores del Caserío del Salitre al SW de Payandé (Julivert, 1968). Una sección de referencia secundaria fue levantada hacia la Quebrada Chicalá al sur de Payandé por Cediél (1981), tomada y modificada por Rafael Guatame (2002), en la Plancha 254 del Servicio Geológico.

Las calizas de la Formación Payandé, le imprimen a la geomorfología de la zona un relieve montañoso abrupto con escarpes y ríos (Ingeominas, 1993). En el área de Silvia, la geomorfología de la zona es boscosa y de difícil acceso por lo que no se encontraron largas transectas sobre las cuales levantar secciones estratigráficas (Gómez, 2003).

La composición litológica de la unidad está definida por una secuencia de calizas que por presión presenta pizarras en la base y por metamorfismo de contacto alto desarrolla mármoles de diversos colores (Suescun Gomez, 1946). Geyer (1973) identifica dos conjuntos dentro de la Formación Payandé: un segmento inferior que denomina las “Calizas de Payandé”, constituidas por calizas macizas, grises y azulosas, localmente ricas en restos de crinoideos, con esporádicos niveles que contienen braquiópodos y gasterópodos, con un nivel amonítico hacia el tope de este segmento y un segmento superior que denomina “Caliza Lidítica de Payandé”, integrado por un paquete de calizas silíceas, calizas con nódulos oscuros de sílice, calizas arenosas y margas. Hacia la base de la “Caliza Lidítica de Payandé”, Geyer (1973) observa *Monotis Subcircularis*, por lo que utiliza “Calizas de *Monotis*” como sinónimo para denominar la unidad.

Asimismo, Cediél (1981) diferencia tres unidades litológicas mayores dentro de la unidad: el segmento inferior compuesto por calizas arenosas poco o nada fosilíferas, localmente con intercalaciones de yeso; el segmento medio, integrado por calizas silíceas fosilíferas, con un nivel amonítico, abundantes monótidos y notablemente ricas en nódulos negros de chert; y el segmento superior conformado por el paquete de shales negros y arcillolitas oscuras (Mojica, 1980). Los tres niveles identificados por Geyer, y los segmentos diferenciados por Cediél, son correlacionables.

Según Rodríguez P, et al., (1995), la Formación Payandé se correlaciona con el miembro Chicalá de la Formación Saldaña. Se correlaciona también, con la Formación Morrocoyal hacia el Norte de la Serranía de San Lucas, con la Formación Bocas hacia el Norte de la Serranía de San Lucas en la Cordillera Central, con Bocas del Valle Medio del Magdalena y Bocas de la Cordillera Oriental en la Plancha 75 de Aguachica. (Clavijo Torres, 1995). Hacia la localidad tipo, la unidad se encuentra infrayacida por la Formación Luisa en contacto discordante, y

suprayacida por la Formación Saldaña en contacto transicional. (Gómez, 2003). Rodríguez y Rodríguez (1989) afirman que el límite inferior no es observado ya que se encuentra cubierto.

La bioestratigrafía de la unidad se caracteriza por gasterópodos, lamelibranquios, crinoideos, equinoideos, amonitas, y bivalvos principalmente, en general el contenido fósil es alto. La edad que se le asigna a la unidad es Triásico Superior, asignación apoyada por la investigación de Geyer (1973) sobre la fauna de amonitas y bivalvos.

### **Discusión:**

La autoría de la Formación Payandé, se le atribuye a Renz en Trumpy (1943), quién la denomina inicialmente como “Payandé” dentro de una secuencia. Suescún y Taborda (1949) usan el término de “Series de Payandé” para referirse a la “Formación Payandé”, así mismo dividen la secuencia en zonas de la A-Z siendo C la Formación Payandé. Nelson (1957) propone el nombre de “Payande Formation” para la unidad y Barrero (1969) lo reemplaza con “Formación Payandé”. El término de “Formación Payandé” se conserva actualmente y se consideran las divisiones en la unidad como válidas.

El límite inferior con la Formación Luisa es discordante, aunque en algunas localidades más fuerte que en otras, y el límite superior de la unidad es con la Formación Saldaña, pero dicho tipo de contacto no se ha podido establecer (Julivert, 1968); no obstante, otros autores como Mojica (1980) expresan que el contacto discordante con la Formación Luisa no se ha podido comprobar. El autor también comenta que, hacia el Norte de Rovira la unidad es infrayacida por areniscas rojas y conglomerados brechosos, donde el contacto parece presentar cierta angularidad de discordancia (Mojica, 1980).

El contenido fósil de la unidad ha sido estudiado extensamente por Geyer (1973) y se considera importante aporte para la definición de la edad de la unidad. La edad de la Formación Payandé es Triásico- Jurásico. No se han realizado dataciones radiométricas que aseguren una edad completamente confiable, ni se ha definido una sección tipo para la unidad.

### **Recomendaciones:**

La descripción litológica de la Formación Payandé se considera aceptable composicionalmente. La localidad tipo de la unidad es muy general por lo cual se recomienda realizar un estudio detallado y definir una columna estratigráfica como estratotipo de la unidad. Se sugiere realizar trabajo de campo que pueda aclarar cuáles son los límites de la unidad y sus tipos de contacto, como también continuar usando del término “Formación Payandé” con sus conjuntos litológicos en los que ha sido dividida, por ser un nombre y definición aceptados, usado por varios autores en los últimos 60 años.

**7.1.11 Formación Saldaña.** La Formación Saldaña es reconocida por O. Renz en Trumpy (1943) dentro de una secuencia en la que definió tres unidades mencionadas al inicio del capítulo. En esta secuencia la formación Saldaña equivale a la “Post-Payandé Red Beds”. Fue en 1973, cuando Geyer debido a su hallazgo en amonitas y bivalvos propone cambiar el nombre de ésta unidad por “Formación Salitre”; este término se mantiene hasta que Cediél (1980), uno de los estudiantes de Geyer, observa que los afloramientos de la localidad tipo de la Formación Salitre no son tan representativos, por lo que propone el término de “Formación Saldaña”, la cual es dividida en dos miembros posteriormente (Mojica y Llinás, 1984).

La localidad de la formación Saldaña se encuentra en las riberas del río Saldaña, cerca al caserío Pole, 12 kilómetros al Sur de Ataco, Tolima (Mojica, 2000). Una buena sección de referencia secundaria se encuentra en la Carretera Neiva- Balsilla y Neiva –San Antonio, cubriendo área aproximada de 8,59 km<sup>2</sup>, Vereda el Vergel (Buchely, et al., 2015). La geomorfología del área donde se encuentra la unidad aflorando se caracteriza por ser abrupta y escarpada, es constituida por picos, lomas, cuchillas y altos separados entre sí, valles estrechos y profundos, que dan lugar a un drenaje subdentrítico a subangular (Rodríguez G y Fúquen M, 1989).

La descripción composicional de la Formación Saldaña consiste en diversos tipos de roca, principalmente flujos volcánicos de composición dacítica-andesítica y/o basáltica, tobas, litoarenitas y algunas rocas híbridas (Nuñez Tello y Murillo Rodríguez, 1982). La unidad volcano sedimentaria de Saldaña es dividida en dos miembros por Mojica y Llinás, (1984): Miembro Chicalá (Inferior) de origen sedimentario y Miembro Prado (Superior) de origen volcánico. El miembro Chicalá es una secuencia arenosa limosa gris oscura con aportes vulcanogénicos, se intercalan cantos de calizas bioclásticas. Los autores dividen este miembro en tres conjuntos: Conjunto 1: Conglomerados de cantos de caliza. Conjunto 2: areniscas sucias y limolitas. Conjunto 3: Piroclastitas pelítico-arenosas. El miembro Prado, es una secuencia volcanoclástica, y localmente presenta capas rojas con marcas de gotas de lluvia y grietas. En el Miembro Inferior (Chicalá) se observa gran cantidad de contenido fósil.

La Formación Saldaña se encuentra correlacionada estratigráficamente con el miembro Prado. De acuerdo con Mojica y Kammer (1995), las otras formaciones Jurásicas en Colombia, correlacionables con la Formación Saldaña son las Formaciones Corual, Guatapurí, Jordán, Rancho Grande y la Formación Girón con su nivel superior considerado Formación Los Santos

(Schwabe, et al., 2001). Clavijo (1995), en la Plancha 75 de Aguachica, correlaciona la Formación Saldaña con respecto a su edad, con la Formación Santa Rosa del Sur de la Serranía de San Lucas, con la Formación Mojana del norte de la Serranía de San Lucas, con la Formación Noreán del Valle Medio del Magdalena, con la Formación Jordán del centro de la Cordillera Oriental y con la Formación Guatapurí de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM). La unidad suprayace a la Formación Payandé e infrayace a las Formaciones Caballos o Yaví (Mojica y Llinás, 1984). Según Rodríguez y Rodríguez (1995), la unidad se encuentra en contacto transicional concordante suprayaciendo las sedimentitas de Monte Frío. En la loma de Guaduas Pintadas, la Formación Caballos cubre la Formación Saldaña discordantemente. Gómez Plata (2017), sugiere que la Formación Saldaña está en contacto inferior discordante con el Complejo de Garzón, y en contacto superior discordante con la Formación Caballos.

La Formación Saldaña presenta un contenido fósil variado, dentro de los que están: crinoideos, bivalvos, amonitas y moluscos en el Miembro Chicalá y troncos silicificados, y huellas de vertebrados en el Miembro Prado Mojica y Macía (1982) describen huellas del arcosaurio *Batrachopus* en sedimentitas del Miembro Prado (Buchely, et al., 2015). La edad que se le asigna la Formación Saldaña es variada de autor a autor: Post Noriano- Pre Cretácico (Núñez Tello y Murillo Rodríguez, 1982). Triásico Superior- Jurásico Inferior (Mojica y Llinás, 1984), Liásico (Macía, et al., 1985). Un lapso desde el Triásico Superior hasta el Jurásico Medio (Gómez, 2003). Los fósiles encontrados en el miembro Prado sugieren una edad de Triásico-Jurásico; mientras que las amonitas y moluscos encontrados en el Miembro Chicalá indican una edad Retiana (Buchely, et al., 2015).

**Recomendaciones:**

Se recomienda mantener el nombre de “Formación Saldaña” con sus miembros respectivos, (Miembro Chicalá y Miembro Prado), ya que la unidad con este nombre implica un afloramiento más representativo que la localidad tipo de la Formación Salitre, como lo expresa Cediél (1980), y es el término que ha sido usado por autores e investigadores desde entonces. Se sugiere también, que se realice trabajo de campo, dataciones radiométricas y estudios detallados sobre la localidad de la unidad, y de esta manera levantar una columna que se pueda establecer como estratotipo, para aclarar los límites y tipos contactos y definir la edad de la unidad.

**Recomendaciones Generales para la secuencia:**

Las Formaciones Luisa, Payandé y Saldaña del Valle Superior del Magdalena son incluidas dentro del Grupo Payandé debido a que son tres unidades Triásico- Jurásicas ubicadas en la misma localidad, sin embargo, conforman una secuencia espesa, y cada una de ellas una formación; actualmente el rango de Grupo para las tres formaciones, no se usa, por lo cual se recomienda mantener los nombres de cada unidad por separado y no usar el término “Grupo Payandé” ya que genera ambigüedad con el término Formación Payandé. Se recomienda también hacer trabajo de campo y generar columnas estratigráficas para cada formación, de manera que se complemente la información asignando un estratotipo para cada una de las formaciones.

**7.1.12 Formación Cuisa.** En 1956, O. Renz había considerado esta sucesión de lutitas como pertenecientes a la parte superior del Grupo Cocinas; en 1960 le da el rango de Formación con el nombre de “Lutita de Cuiza”. El término es utilizado también por Rollins (1965) bajo la forma de “Cuisa Shale”. Las modificaciones establecidas en la estratigrafía por la redefinición de

la Formación Chinapa obligan a Rollins a redefinir la Lutita de Cuiza de Renz. Así pues, Rollins hace descender el límite inferior de la Lutita de Cuiza, abarcando, con este nombre, todo el conjunto de naturaleza más lutítica comprendido entre las areniscas de la Formación Chinapa y la Formación Palanz. La sección tipo la establece O. Renz (1960) a 2 km al ESE del Caserío de Kesima. Este caserío está situado en lo que O. Renz denomina cuña de Cuiza, en el borde N del surco de la Guajira (Julivert, 1968). Existen dos secciones de referencia en las cercanías a la Ranchería Jipi, una al Sur del Cerro Pachepa y otra al norte del Cerro Julanal (Zuluaga, et al., 2009).

En la Serranía de Cosinas, la geomorfología de la unidad está asociada a colinas altas y bajas, alineadas en sentido Este Oeste, arealmente extensas, alcanzando alturas de hasta 9 metros. Al Sureste de la Serranía de Macuira, la unidad posee una expresión morfológica compuesta por colinas que no exceden los 5 metros, aunque algunas inferiores a 20 metros de altura presentan intercalaciones de litologías calcáreas y terrígenos (Zuluaga, et al., 2009).

La composición litológica de la unidad, consiste en un conjunto de lutitas de tonalidades verdes/gris, de composición limosa y calcárea, con capas y lentes de caliza dolomítica gris que por meteorización se han convertido en color amarillo (Julivert, 1968).

La unidad no es correlacionada por otras unidades, pero sus límites estratigráficos se son observables. En la sección tipo la formación Cuisa se encuentra suprayaciendo a la Formación Chinapa e infrayaciendo a la Formación Kesima. En el borde Sur del surco de la Guajira, suprayace el Grupo Cosinas e infrayace la Formación Kesima (Julivert, 1968).

Rollins (1965) cita un contenido de fósiles constituido por Idoceras, Perisphinctes, Nautilus, Aspidoceras, Elysastrea, Duncan, Petntacrinus y Ostrea, con los cuales asigna una edad del Jurásico Superior a la Lutita de Cuiza (Julivert, 1968).

**Discusión:**

El término para designar la unidad lo propone Renz (1960), quién le da rango de formación llamándola “Lutita de Cuiza”. Aunque éste término abarca la redefinición de Rollins (1965) de incluir todo el conjunto de naturaleza lutítica dentro de la unidad, es el término de “Formación Cuisa” el más utilizado y conocido hoy día.

Rollins (1965) levanta una sección de referencia un kilómetro al Oeste de Jipi, la cual es la principal sección de referencia considerada para la calificación de la unidad. Presenta límites, espesores, escala gráfica y descripción composicional. La unidad no ha sido correlacionada con otras unidades similares composicionalmente y la edad de la unidad es asignada de acuerdo al hallazgo fósil.

**Recomendaciones:**

Ya que la unidad no tiene un estratotipo específico, se recomienda utilizar la sección estratigráfica levantada por Rollins (1965) y dibujada por Ruiz (Ingeominas, 2001) como la sección de referencia principal y complementarla junto con otros levantamientos sugeridos en la localidad tipo definida para la unidad, para lograr correlacionarla estratigráficamente con otras unidades y establecer los tipos de contactos.

Aunque el nombre propuesto para la unidad, según el Código Estratigráfico Norteamericano (2010), se considera válido por contener un nombre geográfico combinado con el rango apropiado, en este trabajo se recomienda conservar el nombre de “Formación Cuisa” para referirse a la unidad, ya que es como aparece cartografiada en diferentes trabajos, además, es un nombre corto, fácil de reconocer que ha sido usado por varios años.

**7.1.13 Formación Jordán.** Reconocida por Cediel (1968) en su estudio de la Formación Girón en el área de Bucaramanga. La sección tipo está un kilómetro al Oeste del pueblo de Jordán sobre la pendiente Norte del Cañón del Río Chicamocha a lo largo del camino a El Roto. De la población Los Santos parte un camino en dirección SW que conduce hasta el borde S de la Mesa de Los Santos; de allí en adelante continúa una senda o “Camino del Roto” que atraviesa Rosa Blanca, Los Santos y Jordán expuestas en los escarpes del cañón del río Chicamocha; esta senda llega hasta el río mismo, donde la margen S encuentra un camino que conduce hasta el pueblo de Jordán. Fue a lo largo del camino del Roto donde se levantó la columna estratigráfica (Cediel, 1968).

Se observaron algunos afloramientos intermitentes a lo largo del área de Rio Negro, al Oeste de la Falla de Bucaramanga, al Noroeste de la ciudad, a lo largo del Río Suarez y al Suroeste de Chitagá. Existe una sección levantada y descrita por E. Aya (1968) al margen Oeste del Cañón del Río de Oro, al Sur de Bocas y otra descripción de la sección conglomerática inferior al Jordán, que suprayace filitas pre-Devónicas, hecha por R. Vargas (1968) a lo largo de la cresta de una pequeña cima 2 kilómetros al suroeste de Piedecuesta, Santander (Ward, et al., 1973). Esta sección compuesta fue considerada como la principal sección de referencia secundaria para la calificación de la unidad.

La geomorfología de una de las áreas donde aflora la unidad, es en un área de mesas al Sur de Bucaramanga, parte Occidental de la Mesa de Los Santos, en una abrupta pendiente occidental de la Quebrada del Angelino (Ward, et al., 1973).

La Formación Jordán consta de areniscas gruesas, areniscas finas y limolitas, siempre uniformemente estratificadas y de color rojizo marrón (Cediel y Otto F, 1971). Esta unidad incluye dos facies separadas por una zona transicional de 10 metros que no indica interrupción

en la depositación: Facies superior: (200m): Limolita de color uniforme marrón rojizo y areniscas de grano muy fino, bien estratificada en capas de 30 -80 cm de espesor. Facies Inferior: (100m): Principalmente arenisca de grano grueso, gris verdoso, en capas hasta de 1m de grueso y unas pocas shales gris verdoso hasta de 2 m de espesor, algunas capas gruesas con estratificación cruzada contienen zonas conglomeráticas con guijos hasta de 2 cm de diámetro (Ward, et al., 1973). La composición litológica de la unidad, es constituida por tobas, limolitas rojas y areniscas. Hacia la base, presenta conglomerados con clastos del granito de Pescadero de edad Jurásico (Moreno Sanchez, et al., 2016).

La Formación Jordán se incluyó anteriormente en la Formación Girón y en los mapas del área de mesas al sur de Bucaramanga elaborados por Julivert y otros (1964) y Téllez (1964). El miembro inferior de shale del área de la Mesa de los Santos corresponde aproximadamente a la formación Jordán (Ward, et al., 1973). En la sección descrita por E. Aya (1968), Jordán conforma la base de la Formación Girón en contacto inconforme, y el tope de la Formación Bocas en contacto normal. En la descripción hecha por Vargas (1968) en el Suroeste de Piedecuesta, en la sección conglomerática inferior del Jordán, se presenta como base la Formación Silgará en inconformidad.

La edad que se asignó a la unidad fue Pérmico Superior inicialmente (Cediel y Otto F, 1971). Posteriormente, mediante una determinación radiométrica hecha a la fase granítica en los conglomerados de la base del Jordán, se asignó una edad de  $193 \pm 6$  Ma (Ward, et al., 1973). Se define una edad Jurásico Temprano para la Formación Jordán.

**Discusión:**

La unidad fue reconocida por Cediell (1968) en su estudio de la Formación Girón, anteriormente incluida por Julivert (1964) como parte del Girón. La sección tipo de la Formación Jordán que se consideró en este trabajo fue la sección compuesta descrita en Ward, et al., (1973), donde levantan dos secciones, una hacia la margen Oeste del Cañón del Río de Oro al Sur de Bocas, y otra al Suroeste de Piedecuesta. Esta sección, aunque no es gráfica, ni tiene escala, contiene una descripción composicional completa, límites y contactos estratigráficos y espesores al detalle.

La Formación Jordán no ha sido correlacionada con otras unidades del área, pero la edad asignada ha cambiado a través de los años según los estudios realizados. Fue después de que se obtuvo una edad mediante medios radiométricos que se definió como del Jurásico Temprano.

**Recomendaciones:**

Es necesario realizar trabajo de campo hacia el Río de Oro en Bocas y en los sectores de Piedecuesta donde aflora la unidad, para establecer un estratotipo de la unidad.

La sección a la que se tuvo acceso durante la recopilación de la información, fue la descrita en Ward, et al., (1973), la cual necesita detalles como escala y achurados, pero se propone como la sección de referencia principal para esta unidad mientras se realizan estudios detallados. Se recomienda continuar el uso del término “Formación Jordán” ya que es una unidad que ha sido estudiada y reconocida como tal desde hace más de cincuenta años, existe una descripción detallada y extensión considerable y cumple con lo estipulado en la Guía Estratigráfica Internacional (1976), sobre asignar un nombre que represente la localidad geográfica y composición litológica de la unidad.

**7.1.14 Formación Chinapa.** La autoría del nombre se le atribuye a O. Renz (1960), derivando el nombre “Formación Chinapa” del caserío Chinapa. Por otro lado, Rollins en 1960 le asigna el nombre de Formación Pachepa, a una sección de referencia en el Cerro de Pachepa. (Julivert, 1968). Renz (1960), la denomina también como “Nivel II” para referirse a las arenitas que afloran al Noreste del Cerro Iruan, pero posteriormente Renz (1960) en Rollins, (1965), la continua llamando “Formación Chinapa” (Zuluaga, et al., 2009).

Renz (1960 en Rollins, 1965), reporta la sección tipo al norte de la Ranchería Chinapa; sin embargo, para Rollins (1965), dicha sección corresponde a la unidad inferior de la Formación Palanz, por lo que la redefine dentro del Grupo Cosinas y cambia sus límites. Así, reubica la sección tipo en el Cerro Pachepa, al sur de la Ranchería Cajú (Zuluaga, et al., 2009).

La geomorfología está constituida por cerros alargados que forma la unidad en la Serranía de Cosinas. Estos cerros tienen dirección Este- Oeste y tienen alturas promedio de hasta 240 m. En el sureste de la Serranía de Macuira, la unidad se expresa como una franja que se extiende en sentido N50°E con altos inferiores de 80 a y pendientes menores a 45° (Zuluaga, et al., 2009).

La composición litológica de la Formación Chinapa se constituye por arenitas arcósicas, micáceas y lodosas de grano medio a grueso, arenitas conglomeráticas y conglomerados de color amarillo ocre dispuestos en capas gruesas con clastos angulares y subredondeados de granitos y rocas metamórficas; hacia la base reporta shales y delgadas capas de calizas y calizas dolomíticas (Zuluaga, et al., 2009).

La Formación Chinapa se relaciona con la formación Cajú que se encuentra infrayacente, por su contenido fósil y con la Formación Cuisa por su composición lutítica suprayaciendola; se relaciona también con la Formación Palanz, ya que Renz (1960) la considera parte de la

Formación Chinapa. Los límites de la unidad son la Formación Cuisa al tope, donde el contacto no es definido debido a la complejidad del área, y la Formación Cajú en la base, en contacto transicional (Julivert, 1968).

El contenido fósil de la unidad es escaso a nulo; Renz (1960), cita la presencia de un fragmento mal preservado de un *Perisphinctes*, y la edad asignada es Jurásico medio a Jurásico Superior (Julivert, 1968).

### **Discusión:**

La unidad fue reconocida por Renz (1960) quién propone el nombre derivado del Caserío Chinapa. Posteriormente, Rollins (1960) propone el nombre de “Formación Pachepa” derivado a la localidad del Cerro de Pachepa donde se encuentra la sección de referencia considerada en este trabajo. La unidad también fue denominada como “Nivel II” por Renz (1960) pero Rollins (1965) vuelve con el nombre de “Formación Chinapa” el cual es el término más conocido para la unidad.

Ambos términos, tanto “Formación Pachepa”, como “Formación Chinapa” se consideran válidos, en cuanto ambos cumplen con lo establecido por Guía Estratigráfica Internacional (1976), de asignar un nombre que relacione la unidad con su geografía. La Formación Chinapa, aflora tanto en el Cerro de Pachepa, como en el Caserío de Chinapa; la sección de referencia de la unidad está en el Cerro de Pachepa, pero el nombre más conocido para la unidad es Chinapa.

### **Recomendaciones:**

Se recomienda usar la sección de referencia en el Cerro de Pachepa, como la sección de referencia principal ya que presenta límites, escala numérica, descripción composicional

completa, y espesores; sin embargo, con trabajo de campo en el área se podría establecer un estratotipo de la unidad y definir si es necesario o no, una modificación de acuerdo la localidad. Según la información recopilada y la difusión que ha tenido en la nomenclatura estratigrafía de Colombia, se sugiere mantener el nombre de “Formación Chinapa”.

**7.1.15 Formación Cheterló.** El autor del nombre fue Rollins (1960), quién considera que esta unidad constituye la parte inferior del Grupo Cosinas, y su sección tipo se localiza un kilómetro al Sur del Pueblo de Cheterló en la Península de La Guajira (Julivert, 1968).

Se presenta como un cinturón delgado en la Serranía de Cosinas, en el centro del anticlinal tumbado. La geomorfología de la zona se caracteriza por ser ondulosa con alturas que no exceden 10 m. En el área de Punta Espada, la unidad desarrolla topografías suaves onduladas y bajas con alturas de 5 m (Zuluaga, et al., 2009).

La descripción composicional de la Formación Cheterló está dada por areniscas gris, verde y violeta cementadas, limolitas negras y verdes semicompactas con algo de contenido calcáreo, y shale negro y verde fisible (Mosquera Miranda, et al., 1976).

Rollins (1965), divide la unidad en dos partes; una inferior constituida por arcillolitas rojas y verdes con intercalaciones de arenitas y una superior constituida por arenitas intercaladas con shales. Las arenitas son de grano fino a muy fino y cuarzosas, mientras que las arcillolitas y shales son micáceos (Zuluaga, et al., 2009).

La Formación Cheterló no se encuentra correlacionada lateralmente o temporalmente con otra unidad, pero se consideró parte del Grupo Cosinas, por lo que puede estar relacionada composicionalmente con sus unidades suprayacente e infrayacente. Hacia el tope está la Formación Cajú en contacto transicional gradual, y hacia la base no es observado el límite

(Julivert, 1968). La unidad infrayace a la Formación Cajú en contacto conforme y suprayace discordantemente al Grupo Cojoro, aunque este límite es inferido, ya que la base de la unidad no está expuesta. Hacia el anticlinal tumbado, en Serranía de Cosinas, la Formación Cheterló está en contacto fallado con la Formación Cuisa (Zuluaga, et al., 2009).

El contenido fósil de la unidad es casi nulo, el único hallazgo reportado fue *Ostrea* sp., dándole a la unidad una edad de Jurásico Inferior a Medio (Julivert, 1968).

### **Discusión:**

La unidad fue definida y descrita por Rollins (1960) quién define la sección tipo en el pueblo Cheterló. Hasta el momento no ha sido correlacionada con otra unidad, pero se considera una unidad formal.

### **Recomendaciones:**

Se recomienda realizar estudios radiométricos para complementar la información de la unidad y mantener el nombre de “Formación Cheterló”, ya que cumple los estándares estratigráficos de la Guía Estratigráfica Internacional (1976). Además, la unidad presenta un estratotipo definido de la localidad geográfica, con espesores, límites, tipo de contactos, edad geológica, génesis y referencias de la literatura.

**7.1.16 Formación Uitpana.** El nombre de Uipana, fue creado por Renz en (1960), para referirse a la parte superior del Grupo Cojoro. El nombre es derivado del cerro Uipana en la península de La Guajira (Julivert, 1968). La localidad tipo de la unidad es la Parte alta del Cerro Uipana, Península de la Guajira (Etayo Serna y Barrero Lozano, 1983). La unidad también aflora

entre las Rancherías de Ichpa y Punta Espada al Sur de la Serranía de Macuira. Otras exposiciones de la unidad se encuentran en los cerros Atapana y Kuaritpanapa, así como en la vía Alepaipa- Nazareth (Zuluaga, et al., 2009). Existe una sección estratigráfica levantada Rollins (1965) la cual, no especifica la localidad.

La unidad aflora en el cerro Uipana en la Guajira, y forma la cresta del cerro (Julivert, 1968). La geomorfología de la zona consiste en cerros altos alineados en sentido NW-SW, con coloraciones amarillas, desarrollo de pendientes de aproximadamente 45° y relieves quebrados y escalonados. Algunas de las geoformas identificadas se asocian a silletas de falla, debido al fracturamiento de la zona (Zuluaga, et al., 2009).

La parte basal está constituida por arenitas de carácter cuarzoso que varían de grano fino a muy grueso, arenitas conglomeráticas y pequeñas cantidades de conglomerados calcáreos compuestos por cantos subangulares de calizas, embebidos en una matriz arenosa pobremente calibrada. Las arenitas son de grano fino intercaladas con lodolitas y limolitas silíceas. Las arenitas presentan una composición subarcósica con cuarzo de origen volcánico (55%), feldespatos potásicos tipo ortoclasa con alteraciones sectorizadas a sericita y plagioclasas angulares (30%), además de fragmentos líticos volcánicos explosivos subredondeados (15%). Las limolitas y lodolitas silíceas presentan desarrollo de minerales micáceos, la matriz compuesta por lodo terrígeno y minerales arcillosos fuertemente orientados mientras que el armazón compuesto por granos de cuarzo y plagioclasa tamaño limo. La parte media y superior de la unidad están constituida por arenitas de grano fino intercaladas con arenitas gruesas y conglomeráticas, y conglomerados arenosos. Estas arenitas corresponden a arcosas y arcosas líticas con cuarzo seleccionado subredondeado (55%), plagioclasa tipo andesina y ortoclasa en proceso de sericitización (35%) (Zuluaga, et al., 2009).

La unidad suprayace concordantemente la formación Rancho Grande. No se indica la formación que se encuentra al tope, ya que la formación Uipana forma la cima del cerro Uipana (Julivert, 1968). El tope de la formación según Rollins (1965) se encuentra truncado y suprayacido en discordancia angular por la Formación Palanz. En el sector de Punta Espada, la unidad se encuentra en contacto fallado con el Neis de Macuira. De acuerdo con Irving (1971) la unidad está infrayacida por la Formación Rancho Grande y suprayacida por las formaciones Chinapa y Palanz (Zuluaga, et al., 2009).

El contenido fósil de la Formación Uitpana está definido por un tronco de árbol silicificado y restos de plantas (Julivert, 1968). En el Cerro Arijoshop se recolectaron caracoles y gasterópodos en niveles calcáreos (Zuluaga, et al., 2009). Rollins (1965) le asigna una edad Triásico tardío a Jurásico Temprano (Julivert, 1968). Mediante el método U/Pb en circón, se le da una edad de Jurásico Medio (Zuluaga, et al., 2009).

### **Discusión:**

El nombre de Uipana, fue creado por Renz en (1960), para referirse a la parte superior del Grupo Cojoro. Etayo y Barrero (1983), definen la Formación Uitpana como parte del Grupo Cojoro, pero debido a que otros autores no se refieren a la unidad como parte del Grupo, debe abandonarse la relación entre estos rangos.

Rollins (1965) estudia la unidad y levanta una sección estratigráfica, pero no especifica su localidad. Sin embargo, es una sección con descripción composicional, espesores, escala numérica, límite estratigráfico inferior y con estudios radiométricos que definen edad geológica de la unidad. La columna es considerada como sección de referencia secundaria.

**Recomendaciones:**

Se recomienda hacer campo en la zona del Cerro de Uipana que permita recolectar la información necesaria para definir una localidad y establecer un estratotipo para la unidad que establezca las bases de estudios futuros; sin embargo, se debe conservar el nombre de “Formación Uipana” ya que cumple con lo establecido en el Código Estratigráfico Norteamericano (2010) y en la Guía Estratigráfica Internacional (1976); tiene un nombre asignado con relación a la localidad geográfica de la unidad, presenta estudios radiométricos que definen la edad y una descripción litológica completa.

**7.1.17 “Formación” Guatapurí.** La autoría de la unidad se le atribuye a Tschanz, C. Jimeno, A y Cruz, J. (1969) (Etayo Serna y Barrerlo Lozano, 1983). La Formación Guatapurí aflora hacia el flanco sureste de la SNSM y en tres áreas hacia el norte, en el sur de la Falla de Oca. El área comprende 700 Km. Los mejores afloramientos de la Formación Guatapurí, se encuentran a lo largo del Río Guatapurí, por encima de Valledupar (Tschanz, et al., 1969). La unidad aflora también al norte de Bosconia, 90 km SW de Valledupar, a ambos lados de la carretera a Fundación (Cediel y Otto F, 1971).

La principal localidad de la Formación Guatapurí es a lo largo del río Guatapurí, al Oeste de Valledupar donde la geomorfología de la zona se compone de piedemontes hacia el nororiente, oriente y sur de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colmenares B, et al., 2007).

De manera general composición litológica de la unidad se puede dividir en dos conjuntos: La parte basal, predominantemente volcánica con algunas intercalaciones sedimentarias y la parte superior de rocas volcánicas. La base está conformada por: basaltos porfiríticos, basaltos andesíticos amigdalares, andesitas, andesitas porfiríticas, volcánicos piroclásticos, keratófiros,

espilitas y ocasionalmente brechas y conglomerados con cantos subangulares; este conjunto presenta colores de gris verdoso a gris claro que por meteorización se tornan a anaranjados a rojizos. La parte superior predominantemente sedimentaria es de color rojo, violáceo, morado y ocasionalmente verdoso, está compuesta por limolitas, arenitas feldespáticas, arcosas y grawacas, con intercalaciones tobáceas y de otras rocas volcánicas (Arias y Morales A, 1994).

La “Formación” Guatapurí puede ser correlacionable con la Formación La Quinta de La Serranía de Perijá. El contacto superior de la “Formación” Guatapurí en la Cuenca Cesar se considera que es discordante angular con la Formación Río Negro. El contacto inferior no fue observado en campo, pero se considera discordante si suprayace rocas paleozoicas (González Jiménez, et al., 2002). En el sector del Río Corual, la unidad se encuentra en contacto fallado con la Formación Granulita de Los Mangos y en contacto concordante con la infrayacente “Formación” Corual (Colmenares B, et al., 2007).

La edad asignada por el Geological Survey para la unidad está entre 176 m.a y 190 m.a. Es más joven que Los Indios que es datada en el Triásico temprano, por lo que se le da una edad tentativa de Triásico medio a tardío (Tchanz, et al., 1969). Ordoñez (2001) con base en el análisis Rb- Sr y Sm-Nd de roca total, obtuvo una edad de 175 m.a. (Jurásico Inferior- Jurásico Medio) (Colmenares B, et al., 2007).

### **Discusión:**

Unidad reconocida por Tschanz (1969). Según Arias y Morales (1994), la localidad donde la unidad toma su nombre es a lo largo del Río Guatapurí, al Oeste de Valledupar, pero esta localidad no es definida, ya que varios autores mencionan diferentes localidades para la unidad. La “Formación” Guatapurí no presenta un estratotipo por lo que la calificación se basó

en una sección de referencia secundaria de Toussaint (1995), modificada de Geyer (1980). Esta columna simplificada, presenta descripción composicional, escala numérica y espesores; sin embargo, la localidad no es definida, pero se usa para la calificación del porcentaje de aceptabilidad de la unidad.

### **Recomendaciones:**

Es necesario realizar trabajo de campo a lo largo del Río Guatapurí y levantar una sección estratigráfica que sirva de referencia principal para definir localidad tipo para la unidad, límites estratigráficos y tipos de contactos. La unidad debe considerarse en Proceso de Formalización, hasta que se defina su sección tipo y caracterización respectiva.

**7.1.18 “Formación” Montebel.** En 1964, Bürgl propone llamar “Neogirón” a lo que se conoce como Formación Montebel hoy día (Renzoni, 1967). El origen del nombre de la unidad se le atribuye a E. Hubach y D. Trumpy (1943) (Julivert, 1968). Según Ulloa, et al., (2001), el término fue empleado por primera vez por Trumpy (1943) bajo la denominación de “Series de Montebel” para designar la secuencia estratigráfica que aflora en los alrededores de Montebel (Carretera Duitama-Charalá). Posteriormente, Hubach (1957) eleva el término a categoría de Formación, para representar la secuencia sedimentaria de 1400m de espesor que Langenheim (1959) denominó como Girón Inferior. Renzoni (1981) empleó el término Montebel en la categoría de Formación al describir una columna estratigráfica de 406m de espesor, medida por el camino de Palermo a Paipa, sobre la vertiente oriental de la quebrada Las Varas.

La localidad tipo de la unidad está localizada hacia los alrededores del lugar llamado Montebel en la carretera Duitama-Boyacá (Julivert, 1968). La unidad fue examinada por el

camino que conduce de Palermo a Paipa sobre la vertiente derecha de la Quebrada Las Varas, donde se levanta una sección que incluye Arcabuco, Rusia, Montebel y Palermo (Renzoni, 1967). La unidad aflora también en el extremo noroccidental de la carretera Belén- Alto de los Cobardes, donde se levanta una columna estratigráfica (Ulloa, et al., 2001); estas secciones son consideradas de referencia secundaria y son en las que se basa la calificación de la unidad.

La geomorfología del área estudiada en la Carretera Belén- Alto de los Cobardes, se caracteriza por ser escarpada, de colinas altas (Ulloa, et al., 2001).

Por la Quebrada Las Varas, la Formación Montebel consta de 100m de shales negros alternando con limolitas gris verduscas; 40m de shales negros; 200m de limolitas ocre a rojizas con intercalaciones de areniscas arcillosas grises, blancuzcas y ocre; siguen 66m de limolitas gris oscuras con restos de vegetales y lamelibranquios y de intercalaciones de areniscas feldespato micáceas, grises, rojizas y verduscas (Renzoni, 1967). Según Mojica (1980), la Formación Montebel hacia el Páramo de La Rusia, está integrada por una sucesión de areniscas oscuras y arcillolitas multicolores que contienen, según Geyer (1973), braquiópodos, y restos de pelecípodos mal conservados, gasterópodos y plantas. Hacia la Carretera Belén- Alto de Los Cobardes, La unidad está compuesta por una sucesión de limolitas calcáreas, verdosas que por meteorización dan coloraciones rojizas, con delgadas intercalaciones de arenitas de cuarzo, grises claros, con estratificación plano paralela y calizas micríticas, de colores grises claros, en capas delgadas (Ulloa, et al., 2001).

Trumpy (1943) relaciona la Formación Montebel con la parte media del Girón; en Bürgl (1964), relacionan la Formación Montebel con la Formación Rancho Grande (Bürgl, 1964). J. H. Langenheim (1960), indica en cambio que la correlación de la parte media del Girón con Formación Montebel es dudosa. Langenheim añade que hay que contemplar la posibilidad de

que la Formación Montebel sea cretácica (Julivert, 1968). Los límites de la unidad están definidos por la Formación La Rusia al tope y la Formación Palermo en la base (Renzoni, 1967).

Según Mojica (1980), la unidad presenta braquiópodos, especialmente *Cyzicus* (*Liostheria*), *Colombianus* (Bock), restos de pelecípodos, gasterópodos, y plantas. La edad de la unidad ha cambiado a través del tiempo. Inicialmente se creía que era del Triásico Superior (Trumpy, 1943), pero posteriormente basados en los afloramientos sobre la carretera Duitama-Charalá se consideró Jurásico Medio a Superior (Renzoni y Ospina, 1969).

### **Discusión:**

El origen del nombre de la unidad se les atribuye a E. Hubach y D. Trumpy (1943). Hubach (1957) eleva por primera vez el término a categoría de Formación. Posteriormente, Renzoni (1981) usa el término “Formación Montebel” para describir una columna medida por el camino Palermo – Paipa.

La calificación de la unidad se hizo en base a las secciones levantadas en la Quebrada Las Varas y en la Carretera Belén- Alto de Los Cobardes. La primera por Renzoni (1967), incluye formaciones al tope y base de la formación Montebel, Formación Rusia y Palermo respectivamente, incluye descripción gráfica de la litología de la unidad, y espesores. La segunda columna, incluye descripción composicional, espesores, escala gráfica, y localidad de levantamiento.

La unidad es correlacionada con la parte media del Girón por Trumpy (1943), pero Langenheim (1960) opina que esta relación es dudosa. La Formación Montebel se encuentra infrayaciendo la Formación La Rusia 10 kilómetros al nororiente de la carretera Belén – Alto de

Los Cobardes, y yace discordantemente sobre el Miembro Tíbet (Ulloa, et al., 2001). No se especifica su límite inferior ni el tipo de contactos en la localidad tipo.

**Recomendaciones:**

La “Formación” Montebel es una unidad de uso común, reconocida por varios autores y entidades que se encargan del estudio de la nomenclatura estratigráfica en Colombia. Desde 1957, se eleva su rango a Formación por Hubach; sin embargo, se sugiere realizar estudios radiométricos, paleontológicos, y levantamiento de una sección más detallada en la localidad tipo de la unidad, que defina sus límites estratigráficos y su edad.

Ya que es una unidad conocida por diferentes autores, que ha sido cartografiada e incluida en varios trabajos, se recomienda clasificarle como en “Proceso de Formalización” de manera que, mediante estudios de caracterización sea válido llamarla Formación Montebel.

**7.1.19 “Formación” La Rusia.** La autoría de la unidad corresponde a Renzoni (1969), para designar una sucesión de capas que afloran en el Páramo de La Rusia por el carretable que conduce a las torres transmisoras del Ejército Nacional, en Tunja, Boyacá (Etayo Serna y Barrero Lozano, 1983). En esta localidad, se levanta una sección que incluye Arcabuco, Rusia, Montebel y Palermo (Renzoni, 1967). En el extremo noroccidental de la Plancha 172 Paz de Río, esta unidad litoestratigráfica cubre una superficie aproximada de 10 km<sup>2</sup> y hace parte de la región nororiental del Anticlinal de Arcabuco. Por la carretera que de Belén conduce a Alto de Los Cobardes, se reconoció la parte inferior de la Formación La Rusia, con un espesor de 330 m, donde se levanta una sección estratigráfica (Ulloa, et al., 2001). Estas secciones se consideran de

referencia principal y secundaria respectivamente, y son en las que se basa la calificación de la unidad.

La “Formación” La Rusia, consta de 55 metros basales de arenisca conglomerática blanca y verde, 92 metros de alternancia de arenisca verde fina con arenisca conglomerática verdusca, 100 metros de alternancia de arenisca verde fina con arenisca conglomerática blanca, y lentes de arcilla hacia la parte alta, 89 metros de arenisca conglomerática blanca con intercalaciones de arenisca conglomerática de color rojo, 256 metros de arenisca conglomerática y arenisca fina de color rojo; estas capas presentan estructuras internas tipo estratificación entrecruzada; 90 metros de areniscas de varios colores intercaladas por limolitas rojas y verdes.

Más al Sureste, por el camino que de Palermo conduce a Paipa, se observa una sucesión constituida por: 80 metros de arenisca conglomerática, conglomerado y arenisca color blanco a rojiza; 64 metros de arenisca a veces feldespató micácea, fina roja con intercalaciones de conglomerado y arenisca conglomerática y de limolitas rojizas. Las dos sucesiones tienen por subyacente la Formación Montebel y por suprayacente la Formación Arcabuco (Renzoni, 1967).

En la carretera de Belén hacia Alto de Los Cobardes, la parte inferior de la Formación La Rusia está compuesta en su parte basal, por 20 metros de arenitas cuarzo feldespáticas, de grano fino a conglomeráticas mal seleccionadas, en capas gruesas. Continúa hacia el tope una sucesión de conglomerados de cuarzo, grises amarillentos y rojizos, subredondeados y mal seleccionados, en una matriz arenosa y arenitas de cuarzo, grano grueso a conglomeráticas, grises amarillentas y estratificadas en capas gruesas. La parte superior de esta sección, consta de 110 metros de arenitas cuarzo feldespáticas, de grano grueso a conglomerático, grises blanco amarillentas y moradas, en capas delgadas a gruesas, con estratificación cruzada. En esta secuencia estratigráfica, no se observa el contacto inferior de la Formación Montebel; sin embargo, en otras

localidades dentro de esta área, el límite es paraconforme. La parte media y superior de la Formación La Rusia no se observó. Sin embargo, mediante cortes geológicos, se le estima un espesor de 1200 m (Ulloa, et al., 2001).

La unidad no contiene fósiles por lo que su edad es asignada de acuerdo a su posición estratigráfica; se le da una edad de Jurásico Superior (Renzoni y Ospina, 1969).

### **Discusión:**

Para la calificación de la unidad, se tuvieron en cuenta dos columnas levantadas: Una en el Páramo La Rusia, que incluye las formaciones al tope y base de la “Formación” La Rusia, es decir la “Formación” Arcabuco y Montebel respectivamente, y otra en la carretera Belén- Alto de Los Cobardes. La primera columna, en la localidad tipo de la unidad, se considera generalizada, y no se considera como el estratotipo de la unidad; sin embargo, se considera la sección de referencia principal. La segunda columna, contiene información más completa, como espesores, escala, descripción composicional, pero la localidad no pertenece a la localidad tipo de la unidad, no obstante, se establece como una sección de referencia secundaria (Ulloa, et al., 2001).

Las unidades suprayacente e infrayacente de la “Formación” La Rusia son la Formación Arcabuco y Formación Montebel respectivamente. La edad de la unidad se considera dudosa, debido a que la asignación de ésta es en base a su posición estratigráfica (Renzoni y Ospina, 1969).

**Recomendaciones:**

El término “Formación” La Rusia, debe considerarse como en proceso de formalización. Se recomienda hacer reconocimiento en campo en la localidad del Páramo de La Rusia, mediante el cual se pueda complementar la información existente, ó levantar una nueva sección tipo de la unidad que permita establecer límites estratigráficos confiables, tipos de contactos y correlaciones estratigráficas. La unidad es reconocida en diversos estudios por varios autores, pero que necesita de una caracterización detallada para llamarla “Formación La Rusia” con precisión y mantenerla dentro de las unidades formales de la nomenclatura estratigráfica de Colombia.

**7.1.20 “Formación” Buenavista.** La autoría de la unidad se le atribuye a Renzoni (1965) (Julivert, 1968). La unidad aflora en el descenso de la carretera de Buenavista a Villavicencio, Meta, en las estribaciones del borde llanero (Dorado Galindo, 1990).

La descripción composicional de la “Formación” Brechas de Buenavista se subdivide en dos segmentos. Segmento Inferior: constituido por brechas poligénicas depositadas por avalanchas de detritos y corrientes cargadas de fango. Las Brechas presentan tamaño de grano polimodal, se diferencian cuatro o más clases que van desde gránulos hasta bloques. El calibrado es muy pobre. Segmento Superior: caracterizado por la presencia de ruditas marinas, areniscas feldespáticas, subfilarenitas y filarenitas, intercaladas entre shales, arcillolitas y limolitas. Estas ruditas están pobremente calibradas, con tres o más clases de tamaño de grano; desde gránulos hasta bloques, con predominantemente guijos y gujarros (Dorado Galindo, 1990).

Renzoni no correlaciona estos materiales con otros de posición estratigráfica conocida (Julivert, 1968). Las brechas de Buenavista descansan inconformemente sobre el Grupo Quetame e infrayacen en límite gradacional la parte media del Grupo Cáqueza (Dorado Galindo, 1990).

El contenido fósil de la unidad se presenta principalmente en el segmento superior de ésta: Amonitas y bivalvos que se encuentran en los shales negros y areniscas. También son frecuentes restos de plantas y de peces, pero el estudio detallado de la fauna colectada se restringió a las amonitas. La edad asignada a la unidad de acuerdo al hallazgo fósil es Jurásico Tardío- Cretácico Temprano (Dorado Galindo, 1990).

### **Discusión:**

Esta unidad no presenta un estratotipo definido, Dorado (1990), levanta una sección estratigráfica de la unidad en la región Noroeste de Villavicencio, pero no especifica su localidad, ni espesores. En esta sección de referencia se observa que las brechas que componen la unidad, constituyen únicamente el 50%, lo cual es indicativo de que el nombre “Brechas de Buenavista” no representa la composición total de la unidad.

### **Recomendaciones:**

Resulta conveniente realizar trabajo de campo y estudios radiométricos en la región Noroeste de Villavicencio que permita complementar la información que se conoce sobre Brechas de Buenavista, para definir una sección tipo. Se recomienda modificar el nombre de “Brechas de Buenavista” a “Formación” Buenavista, abandonando el término “Brechas” por dos razones: 1. Este no representa la composición litológica total de la unidad según lo estipula la

Guía Estratigráfica Internacional (1976). 2. El término “Brechas” no se considera correcto en sedimentología, es un término usado principalmente en descripciones tectónicas. La unidad se considera en proceso de formalización, ya que es reconocida por diferentes autores, pero que carece de información para ser formal.

**7.1.21 “Formación” Arenal.** Es Clavijo (1995) quién identifica la unidad y le asigna el nombre del corregimiento donde aflora. La Unidad Conglomerática de Arenal, aflora en los alrededores del Corregimiento de Arenal y del Municipio de Aguachica donde su extensión es de 4km<sup>2</sup>; sin embargo, su localidad tipo se define en el camino Arenal- La Dorada. La unidad no presenta ninguna sección de referencia secundaria, ya que ésta sólo ha sido identificada en ese trabajo hasta el momento. Aunque su estudio en este informe es detallado, se considera una unidad informal por no ser muy reconocida aún por otros autores que puedan extender su investigación.

La unidad conglomerática de Arenal se ha dividido en tres conjuntos según su descripción litológica: Conjunto Inferior A, constituido por alternancia de arenitas conglomeráticas y conglomerados que varían en composición a arenitas tobáceas. Conjunto intermedio B, constituido por una alternancia de lodolitas-shale y arenitas conglomeráticas; composicionalmente se trata de areniscas líticas volcánicas. Conjunto Superior C, constituido por conglomerados alternados con lodolitas; composicionalmente son conglomerados líticos volcánicos (Clavijo Torres, 1995).

La unidad ha sido correlacionada con las Formaciones Río Negro, y los Portales de Tschanz (1969), en la Sierra Nevada de Santa Marta, con el miembro Tambor del Grupo Girón en el Valle Medio del Magdalena, y con la formación Yaví en el Valle Superior del Magdalena.

La unidad descansa sobre la unidad volcanoclástica de Noreán en discordancia angular como y es base de la Formación Tablazo en paraconformidad. Se le asigna una edad Jurásico Superior con base en sus relaciones con las unidades adyacentes (Clavijo Torres, 1995).

### **Discusión:**

Unidad reconocida y estudiada por Clavijo (1995), quién le asigna el nombre de “Unidad Volcanoclástica de Arenal”. El autor levanta la sección estratigráfica en el camino Arenal – La Dorada, donde establece tres conjuntos para su descripción composicional, límites estratigráficos, espesores medidos y edad geológica de acuerdo a su posición. Esta unidad, aunque ha sido estudiada sólo por este autor de manera completa, no es de uso común, no ha sido estudiada por otros autores, ni ha sido correlacionada con otras unidades del Triásico- Jurásico. Su extensión en el área es de 4km<sup>2</sup>, lo cual la hace una unidad local.

### **Recomendaciones:**

El porcentaje de aceptabilidad de la unidad, se ubica dentro de la categoría de las unidades consideradas cerca de una formalidad estratigráfica, ya que su calificación se hizo en base al estudio realizado por Clavijo (1995), el cual se considera detallado. Sin embargo, debido a que no se han realizado estudios posteriores a éste, y a que el porcentaje final está en el límite, se recomienda realizar estudios radiométricos y trabajo de campo para complementar la información que se tiene de la unidad. Ya que sólo se conoce en un área de extensión limitada, la unidad se clasifica como en proceso de formalización.

**7.1.22 “Formación” Corual.** La autoría de la unidad se le atribuye a Tschanz (1969) quién denomina “Formación” Corual a las rocas aflorantes en el río Corual, localizado en el sector nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta, al Sur del caserío de Pelechua (Departamento de la Guajira) (Red Alma Mater, Inveimar, Universidad Nacional de Colombia, Ecopetrol , 2009). El afloramiento más grande de la formación Corual se encuentra hacia el norte de la Sierra Nevada de Santa Marte, Sur de Dibulla, donde ocupa casi toda el área entre los Ríos Jeréz y Tapias. Otros afloramientos de la unidad ocurren al sur de Atanques, a lo largo del riachuelo del oeste de Valledupar, y dentro o cerca del Batolito de Pueblo Bello (Tschanz, et al., 1969). La “Formación” Corual aflora también en la Quebrada Chiquinquirá, en los ríos Palmar-Calderas, en San Juan del Cesar, y en el Río Corual ya mencionado anteriormente, donde se levanta una columna estratigráfica por cada una de estas cuatro localidades (Gómez, 2003).

La unidad presenta variaciones composicionales fuertes entre sección y sección, dado que la distancia entre cada sección puede ser de más de 40 km. El espesor general aflorante de la unidad varía de 500 m en la sección de la Quebrada Chiquinquirá, 1200 m en el Río Corual, 600 m en el Río Palmar-Río Calderas y 1000 m en San Juan del Cesar; pero se cree que el espesor máximo compuesto de la unidad es de 1400 m, mediante una correlación regional de la unidad. La unidad principalmente está constituida de basaltos de carácter masivo, intercalaciones de basaltos con tobas de ceniza con estructura de flujo y tobas de lapilli félsicas y máficas (Gómez Plata, 2017).

La “Formación” Corual es tentativamente equivalente con la Formación Los Indios, ya sea como facies, como miembros de una formación o formaciones de un grupo. Sin embargo, no es aconsejable proponer una terminología definitiva y formal por la falta de información (Tschanz, et al., 1969). Se ha correlacionado también, con la formación Macoita de la Serranía

del Perijá. Según Gómez Plata (2017), no se ha esclarecido la relación estratigráfica entre las formaciones Corual y Los Indios, ambas unidades pueden descansar sobre basamento metamórfico.

La “Formación” Corual suprayace a la Formación Los Indios de manera concordante en la sección Quebrada Chiquinquirá, pero en las localidades del Río Corual y San Juan del Cesar suprayace directamente el basamento metamórfico. El contacto superior de la unidad, parece ser gradacional a neto con la Ignimbrita de Los Clavos y neto con la “Formación” Guatapurí; pero el contacto entre estas dos unidades no fue observado en campo (Gómez Plata, 2017). La edad de la “Formación” Corual es dudosa ya que no hay contenido fósil, ni análisis radiométricos. Según Tschanz, et al, (1969), la unidad tiene una edad Permiana Tardía-Triásica basada en relaciones estratigráficas.

### **Discusión:**

La unidad fue reconocida por Tschanz (1969) en el río Corual en el sector nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta. La unidad aflora en diferentes localidades aparte del río Corual, como en el norte de la Sierra Nevada de Santa Marta al sur de Dibulla, al sur de Atanques, a lo largo del riachuelo del oeste de Valledupar y noroeste de San Juan de Cesar, pero no existe una localidad tipo definida para la unidad.

Gómez Plata (2017) realiza un trabajo de maestría en la zona, donde levanta cuatro secciones para la “Formación” Corual; en estas secciones se basa la calificación y diagnóstico de la unidad ya que se consideran secciones de referencia principal. Estas presentan espesores medidos, límites estratigráficos definidos, descripción composicional de la unidad en cada una de las cuatro localidades y correlaciones estratigráficas entre estas.

La edad de la unidad no ha sido establecida, no se considera confiable debido a que no existe contenido fósil y no se han realizado estudios radiométricos. Tschanz (1969), le asigna una edad de Triásico Temprano o del Pérmico Tardío y Gómez Plata (2017), le asigna una edad Triásico.

### **Recomendaciones:**

Se recomienda realizar una caracterización de la unidad mediante trabajo de campo, para establecer una localidad tipo de la “Formación” Corual, ya que no está definida. De acuerdo a la información de la unidad recopilada, se habla de varias localidades alrededor de la SNSM, pero ninguna con una sección de referencia definida.

Se recomienda también realizar análisis radiométricos para definir la edad de la unidad, y se proponen como secciones de referencia principal, las cuatro secciones estratigráficas levantadas por Gómez Plata (2017) en las localidades Quebrada Chiquinquirá, Ríos Palmar-Calderas, San Juan del Cesar, y Río Corual respectivamente, ya que en estas localidades se encuentran los afloramientos más importantes de la unidad. La unidad Corual se debe considerar en proceso de formalización en cuanto se complemente su estudio para denominarla “Formación” Corual de manera correcta según la Guía Estratigráfica Internacional (1976).

**7.1.23 “Formación” Nogontova.** La autoría de la unidad se debe a Moreno, et al., (2016). El nombre de la unidad proviene de la Vereda Nogontova al norte del Municipio Covarachía, Boyacá. La unidad se encuentra expuesta al sur del Macizo de Santander, en ambas márgenes del río Chicamocha, entre los departamentos de Boyacá y Santander, al norte del municipio Covarachía. La sección tipo se ubica en el camino que de San José de Miranda

conduce al sitio de La Burrera, en la margen norte del río Chicamocha (Moreno Sanchez, et al., 2016). Los autores de la unidad realizan un esquema cronoestratigráfico y una columna generalizada, identificando las relaciones estratigráficas con la “Formación” Nogontova.

La “Formación” Nogontova, se compone de lavas almohadilladas, basaltos con texturas porfiríticas y amigdalares, con microfenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno embebidos en una masa fundamental vitrofídica, microlítica e intergranular. La edad que se le asigna a la unidad es Triásico tardío- Jurásico (Moreno Sanchez, et al., 2016).

### **Discusión:**

Debido a que es una unidad nueva, no se han hecho estudios a detalle sobre ella. Fue descubierta por Moreno, et al., (2016) quienes levantan una columna generalizada mostrando las relaciones estratigráficas con la “Formación” Nogontova, respecto a la Formación Girón y Río Negro. En esta columna, ubican la unidad debajo de la Formación Girón, tentativamente en el Triásico a Jurásico Temprano, pero no es definida su posición estratigráfica. La columna contiene una escala gráfica, y achurados explicativos de la composición litológica de la unidad; no presenta espesores, límites, ni localidad tipo.

### **Recomendaciones:**

Se recomienda continuar el estudio sobre la unidad, hacer trabajo de campo en el Río Chicamocha y levantar una sección tipo en la localidad donde se observe la mayor extensión de la unidad, para establecer límites estratigráficos, definir una edad geológica, y posteriormente subir su rango a Formación. Por ahora, se sugiere considerarla en proceso de formalización.

**7.1.24 “Formación” Palermo.** La unidad es descrita en los alrededores de Palermo, una parte por el río Huertas entre Palermo y Gámbita, y otra parte por la Quebrada Las Varas, en Paipa (Renzoni, 1967). La parte más La parte más baja de la “Formación” Palermo está constituida por un conglomerado con guijos de areniscas rojas por pocos metros de espesor y por un nivel de unos 50 m de espesor de shales negros. La parte que aflora subiendo Palermo por la Quebrada Las Varas, consta de una sucesión de areniscas de grano fino a medio con tintes rojizos, verdosos y violáceos hasta el techo (Renzoni y Ospina, 1969). La “Formación” Palermo es relacionada con la parte baja del miembro “Middle Shale” de la Formación Girón, según Langenheim (Renzoni, 1967). El único límite mencionado para la unidad es la “Formación” Montebel la cual se encuentra al tope. El contenido fósil en la unidad es nulo, y la edad no es asignada, se dice que sea Mesozoica (Renzoni, 1967).

#### **Discusión:**

La columna existente de la “Formación” Palermo, es en los alrededores de la Quebrada Las Varas, este levantamiento incluye la Formación al tope de la unidad, es decir la “Formación” Montebel, el límite inferior es cubierto. Esta columna, aunque se considera generalizada, es la única columna a la que se tuvo acceso durante la recopilación de la información. La unidad al tope de Palermo es el único límite mencionado, pero no se describen tipos de contactos.

La edad de la unidad se considera indefinida, aunque según Renzoni (1967), es Mesozoica. De acuerdo la columna consultada, es de edad similar a las unidades La Rusia, y Montebel. La unidad se considera en proceso de formalización, aunque necesita de un estudio detallado que complemente su calificación.

**Recomendaciones:**

Según su porcentaje de aceptabilidad, la unidad se considera en proceso de formalización. Sin embargo, el puntaje de la unidad se encuentra cerca al límite, por lo que se recomienda se realice una caracterización litoestratigráfica de la unidad, que facilite la asignación de una edad geológica confiable, una descripción composicional completa, y correlaciones con otras unidades. El término de “Formación” Palermo se debe mantener en comillas, hasta que se realicen todos los estudios pertinentes para subir apropiadamente su rango.

**7.1.25 “Formación” El Sudán.** La unidad es definida por Geyer (1976) en la sección aflorante entre el caserío de El Sudán y La Loma Los Angeles, en la sección aflorante en la Quebrada La Mojana. La sección tipo de la unidad se levanta entre la Ciénaga El Amparo y el corregimiento El Sudán. La vía principal de acceso es a través de navegación fluvial, chalupa, canoas por el Río Cauca y el Río Grande (Mantilla F, et al., 2006). Por razones confidenciales, no hay acceso a la sección levantada de El Sudán, pero se tiene conocimiento de que fue estudiada en campo y se levantó una columna de ésta. (Clavijo Torres, Comunicación Personal, 2018).

La geomorfología donde aflora la “Formación” Sudán corresponde a zonas montañosas próximas a las Ciénagas de El Amparo y Morrocoyal. La unidad se extiende hacia el Occidente debido a los cerros aislados que la componen. En esta área la unidad está compuesta por areniscas y conglomerados rojos, con intercalaciones de evaporitas y vulcanitas. Entre el corregimiento de El Sudán y el cementerio en el camino que conduce a la Loma Los Angeles, se observan capas gruesas de limolitas de color rojo, bien laminadas y fuertemente diaclasadas, interestratificadas con cuarzoarenitas, muy compactas, cementadas con sílice. La tendencia

granulométrica general de estos bancos es granodecreciente, marcada por contactos erosionales hacia la base y transicionales hacia el tope (Mantilla F, et al., 2006).

Según Geyer, la “Formación” Sudán constituida por areniscas rojas y conglomerados es similar a la Formación Luisa del Valle Medio del Magdalena, por lo que se considera lateralmente equivalente.

Con respecto a los límites de la “Formación” El Sudán, el tope se caracteriza por una sucesión de capas gruesas de arenitas tobáceas de color amarillo, interestratificadas con limolitas de color rojo y el contacto inferior es discordante sobre rocas metamórficas de la Formación Neis de San Lucas según se observó en el Corregimiento Colorado (Mantilla F, et al., 2006).

### **Discusión:**

No existe una sección tipo de la unidad publicada por lo que se hace complejo la calificación y diagnóstico de ésta. Sin embargo, Mantilla, et al., (2006) describe con claridad el trabajo de campo realizado, donde se levanta una sección estratigráfica de la unidad (Clavijo, comunicación personal, 2018). En el mencionado informe, se describe la localidad de la unidad, su accesibilidad, composición, límites y contactos; esta descripción es la utilizada para la calificación de la unidad.

Según la metodología empleada para este trabajo, basada en Muñoz (2003), el porcentaje de aceptabilidad de El Sudán, aunque en el límite, representa una unidad en proceso de formalización.

**Recomendaciones:**

Se considera necesario realizar la publicación de la sección estratigráfica levantada para la unidad, ya que, con la disponibilidad de ésta, se complementarían el estudio de la unidad, y, por consiguiente, el porcentaje de formalización aumentaría. Ya que es una unidad conocida en la nomenclatura estratigráfica Colombiana, se recomienda mantener el uso del nombre “Formación” El Sudán porque cumple con lo requerido por la Guía Estratigráfica Internacional (1976), y el Código Estratigráfico Norteamericano (2010) de llevar un nombre relacionado con su localidad geográfica, pero se mantiene entre comillas como indicativo de que se encuentra en proceso de formalización, hasta realizar estudios extensos que complementen información ya disponible para futuras investigaciones.

**7.1.26 Conjunto Volcánico de la Malena.** Feininger (1970) reporta esta unidad en el Oriente Antioqueño, al Este de la Falla Otú. El Conjunto Volcánico de La Malena aflora en dos cuerpos aislados, localizados en el sector occidental de la Plancha 133 – “Puerto Berrío”; uno de ellos se encuentra al sur del área desde el sector de la Estación Cristalina hasta la confluencia de las quebradas La Malena y El Marne. El segundo cuerpo de menor extensión se localiza en la Plancha 133, en el sector de Cerro Grande (Fonseca P, et al., 2011).

Se considera que en el área de estudio aflora la mayoría del conjunto. Parte de las rocas que conforman la base de la unidad se observan en Morro Helechales en la vereda Buenos Aires, finca el Matador. Otra zona donde se expone la parte superior de la unidad es en los alrededores de la estación de servicio Las Margaritas (Fonseca P, et al., 2011).

Según González, H (2001) el Conjunto Volcánico de La Malena está constituido por flujos volcánicos, riolíticos a riodacíticos, brechas volcánicas y tobas hacia la parte superior del

conjunto; diques basálticos, lamprófidos, pórfidos andesíticos y traquíticos son abundantes localmente. Los flujos de lavas ácidas y brechas volcánicas están hacia la base del conjunto, se caracterizan por su color rojizo y estructura fluidal riolítica a traquitica, con intercalaciones de niveles volcano – sedimentarios constituidos por clastos de tamaño grava, de rocas volcánicas en una metástasis riolítica de color rosado. Hacia la parte media y superior del conjunto predominan tobas intermedias a ácidas con intercalaciones locales de flujos de lodo y brechas riolíticas y escorias en matriz fina de cenizas (Fonseca P, et al., 2011). Según Fonseca P, et al (2012), el Conjunto Volcánico de la Malena está conformado por rocas de origen volcánico como son los flujos volcánicos riolíticos, brechas volcánicas y tobas hacia la parte superior del conjunto, diques basálticos, lamprófidos, pórfidos andesíticos y traquíticos muy similar a la composición de la Formación Noreán.

González, H (2001), basado en la posición geográfica y tectónica de esta unidad, la correlaciona con el conjunto Volcánico de Santa Rosa descrito por Ballesteros (1983) en el flanco oriental de la Serranía de San Lucas (Fonseca P, et al., 2011). La unidad se correlaciona composicionalmente con la Formación Noreán (Fonseca P, et al., 2012).

Los límites de la unidad están representados por: Contacto discordante al Oeste, en la Quebrada La Botella, con el Complejo Metamórfico de San Lucas. Entre las quebradas Austria y El Vapor la unidad es intruida por un bloque de la Formación La Cristalina de edad Ordovícico cuyo contacto es fallado; al Norte y Sur, entre la Quebrada Santa Cruz y Hacienda La Palmera, la unidad está en contacto ígneo intrusivo con el Batolito de Segovia; y al este se encuentra cubierta por sedimentos del Plio - pleistoceno representados por la Formación Mesa. La edad asignada a la unidad es de Jurásico Medio a Superior por relaciones estratigráficas en el Departamento de Bolívar (Fonseca P, et al., 2011).

**Discusión:**

La unidad es reconocida por Feininger en 1970, al Este de la Falla Otú. Esta unidad es correlacionada con el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa por su posición geográfica y tectónica, y con la Formación Noreán por su composición litológica.

Clavijo (1995) basado en sus estudios, propone la integración del Grupo Noreán, y justifica su propuesta diciendo que, el concepto de grupo facilita el reconocimiento y futura formalización de otras divisiones de categoría subordinada en otras áreas como el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa, secuencia de Yanacué, La Mojana y Guatapurí.

Ya que la unidad no presenta un estratotipo o secciones estratigráficas de referencias en las localidades principales, se considera una unidad informal, posiblemente haciendo parte de un grupo de unidades de menos categoría como lo menciona Clavijo (1995) en su informe en Aguachica, ya que los conjuntos de La Malena y Santa Rosa son correlacionables.

**Recomendaciones:**

Se sugiere considerar el Conjunto Volcánico de La Malena como una unidad informal haciendo parte del Grupo Noreán. Se recomienda hacer trabajo de campo en el área de estudio, que permita ampliar la información y reconocer una secuencia completa de la unidad para considerarse en proceso de formalización definiendo si se trata de un miembro o una formación.

**7.1.27 Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa.** Unidad descrita por Ballesteros (1983), en el flanco oriental de la Serranía de San Lucas, parte sur del Departamento de Bolívar (Fonseca P, et al., 2011). Kassem y Arango (1977) describen una secuencia volcanoclástica que

aflora al Oeste y Norte de la Serranía de San Lucas, que denominan Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa (Fonseca P, et al., 2012).

Esta unidad, ha sido mencionada únicamente en dos planchas del Servicio Geológico, en la Plancha 133 de Puerto Berrío, y en la Plancha 108 de Puerto Wilches. En estas planchas, la unidad ha sido correlacionada con el Conjunto Volcánico de La Malena y con la Formación Noreán por su composición litológica.

### **Discusión:**

La unidad es descrita por Ballesteros (1983) en la Serranía de San Lucas. Esta unidad es mencionada por Fonseca et al (2011), aflorando en la plancha de Puerto Berrío, como unidad correlacionable con el Conjunto Volcánico de La Malena por su posición estratigráfica y tectónica.

Clavijo (1995) basado en sus estudios, propone la integración del Grupo Noreán, y justifica su propuesta diciendo que, el concepto de grupo facilita el reconocimiento y futura formalización de otras divisiones de categoría subordinada en otras áreas como el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa, secuencia de Yanacué, La Mojana, y Guatapurí.

La unidad no tiene una localidad definida, un estratotipo o sección de referencia. Sin embargo, el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa, ha sido correlacionado con la unidad La Malena y con la Formación Noreán, por lo que se considera una unidad informal, haciendo parte de un grupo de unidades de menos categoría como lo menciona Clavijo (1995) en su informe en Aguachica ya que los conjuntos de La Malena y Santa Rosa son correlacionables.

**Recomendaciones:**

Se sugiere considerar el Conjunto Volcanoclástico de Santa Rosa, como una unidad informal haciendo parte del Grupo Noreán. Se recomienda hacer trabajo de campo en el área de estudio, que permita ampliar la información y reconocer una secuencia completa de la unidad para considerarse en proceso de formalización, definiendo si se trata de un miembro o una formación.

**7.1.28 La Mojana.** El término es introducido por Geyer, O. (1982). La localidad de referencia aflora en la Quebrada La Mojana y en la cuchilla del mismo nombre, al noroeste de El Sudán, Serranía de San Lucas, Bolívar. La descripción composicional de la unidad consiste en una secuencia de capas rojas, vulcanitas y piroclastitas (Etayo Serna y Barrero Lozano, 1983). Mojica (2000), lo describe como un conjunto volcanoclástico y Geyer (1982) lo correlaciona con la Formación Salitre. El único límite que se reconoce es la Formación Morrocoyal infrayacente a La Mojana (Mojica, 2000). La edad que se le asigna a la unidad es Jurásico medio a Jurásico Superior (Etayo Serna y Barrero Lozano, 1983).

**Recomendaciones:**

La información de la unidad a la que se tuvo acceso es incompleta. No existe sección tipo para la unidad y la única columna estratigráfica obtenida durante la recopilación de la información es una columna generalizada del Mesozoico inferior en la Serranía de San Lucas, modificada de Geyer (1973 y 1982). Esta columna presenta espesores, más no, una escala o localidad de referencia específica. Se recomienda el abandono de la unidad, ya que según los requerimientos en el Código Estratigráfico Norteamericano (2010), no es cartografiable en otros

lugares y no es práctica. La unidad ha sido reconocida por algunos autores que la han usado en cuadros de correlación y nomenclatura del Jurásico en la Serranía de San Lucas, pero la información que se tiene de ella no es detallada.

**7.1.29 Motema.** La autoría del término “Motema” se les atribuye a los geólogos de compañías petroleras en el Putumayo y Caquetá (Etayo Serna y Barrero Lozano, 1983). Son Cucalón y Camacho (1996), quienes utilizan el nombre de Formación Motema para describir una secuencia muy parecida a la secuencia de la Formación Saldaña. No hay precisión sobre quién introdujo este nombre en la Cuenca del Putumayo, pero su uso se ha generalizado (Buchely, et al., 2015). No existen columnas estratigráficas para la unidad. El nombre Motema ha sido incluido en columnas estratigráficas de la Cuenca Putumayo como otra manera de llamar a la Formación Saldaña (Barrero, et al., 2007) y en interpretaciones estratigráficas secuenciales en un sistema de bajo nivel.

El área en donde se encuentra Motema, se sitúa en la Comisaría del Putumayo y parte de la Comisaría del Caquetá, y está limitada al noroeste por las estribaciones de la Cordillera Oriental, al sur por los ríos San Miguel y Putumayo que forman de la frontera con el Ecuador y al este, por los límites orientales de las concesiones Río Mecaya, Río Sevilla, Río Solano y Florencia (Cucalón H y Camacho G, 1996). La localidad tipo de la Formación Saldaña se encuentra en las riberas del río Saldaña, cerca al caserío Pole, 12 km al Sur de Ataco, Tolima (Mojica, 2000).

La composición litológica de Motema ha sido descrita por diferentes autores: Según Cucalón y Camacho (1996) entre los ríos San Miguel y Putumayo, está compuesta por una serie de areniscas arcósicas, afectadas por diaclasas, bien estratificadas, con intercalaciones de

arcillolita color rojo a púrpura, localmente metamórficas. Según Etayo y Barrero (1983), la unidad está compuesta por arenitas feldespáticas bien estratificadas, y según Govea Rodríguez y Aguilera Báez (1985), se trata de una alternancia de limolitas rojas, areniscas arcósicas y brechas volcánicas, intruídas por diques. Esta descripción es muy similar a la de la Formación Saldaña, la cual consiste principalmente en flujos volcánicos de composición dacítica-andesítica y/o basáltica, tobas, litoarenitas y algunas rocas híbridas (Núñez Tello y Murillo Rodríguez, 1982).

La edad que se le ha asignado a Motema, es Triásico Superior a Jurásico Inferior por Govea Rodríguez y Aguilera Báez (1985), y la edad asignada a Saldaña es Triásico superior-Jurásico inferior según el registro fósil obtenido cerca de Mocoa, Putumayo (Mojica & Macia, 1987).

### **Discusión:**

El término de Motema se introdujo por Cucalón H y Camacho G (1996) inicialmente, pero son los geólogos de compañías petroleras quienes continúan su uso para referirse a una secuencia muy parecida a la de la Formación Saldaña, en la Cuenca Putumayo.

Según la información recopilada sobre las dos unidades, comparando su localidad, descripción composicional, y edad, se considera que se trata de un caso de sinonimia estratigráfica, es decir, La Formación Saldaña y Motema, son la misma unidad.

### **Recomendaciones:**

Según el artículo 7 del Código Estratigráfico Norteamericano (2010), uno de los requisitos para nombrar formalmente una unidad geológica, es que el nombre recaiga en la responsabilidad de evadir la duplicación, tanto en el uso del mismo nombre para diferentes

unidades (homonimia) como en el uso de diferentes nombres para la misma unidad (sinonimia). Por lo tanto, se recomienda abandonar el término “Motema” ya que se encuentra en sinonimia estratigráfica. Mantener el término de Formación Saldaña, como el único término para referirse a la unidad.

## 8. Conclusiones

Para realizar diagnóstico a las unidades sedimentarias y volcanosedimentarias del Triásico-Jurásico en Colombia, se seleccionaron 28 unidades, las cuales fueron evaluadas y analizadas dentro de los parámetros propuestos por Muñoz et al., (2003). Mediante la investigación realizada, se logró conocer el estado del conocimiento de las unidades objeto de estudio, el cual mostró que existen falencias en su nombramiento. Algunos autores centran su atención en hacer reconocimientos estratigráficos, pero omiten estudios previos sobre la nomenclatura estratigráfica del área de interés, ocasionando la proliferación de nombres.

Para la calificación y evaluación de las unidades, fue necesario recopilar información de diferentes fuentes como planchas e informes del Servicio Geológico de Colombia, informes internos de empresas privadas, revistas científicas, tesis de pregrado y posgrado y comunicaciones directas con personas influyentes en el tema estratigráfico del país. La información recopilada se organizó en una tabla diseñada para tener en cuenta todos los parámetros estratigráficos necesarios para definir una unidad: rango, nombre, origen del nombre, sección tipo, litología, geomorfología, límites estratigráficos, espesor, contenido fósil, descripción composicional, estructuras sedimentarias, texturas, edad, relaciones estratigráficas, ambiente de sedimentación, referencias y porcentaje de aceptabilidad. El desarrollo de esta tabla diagnóstica permitió llevar a cabo una evaluación del estado actual del conocimiento de las unidades del Triásico-Jurásico en Colombia.

La calificación de las unidades siguió la metodología de Muñoz et al., (2003) con algunas modificaciones. El módulo Formalidad de la unidad, se le asignó un porcentaje del 10%. El módulo Estratotipo se modificó con un porcentaje del 60%. Al tercer módulo de Información

Paleontológica se le añadió una casilla de adquisición por métodos radiométricos, ya que se considera un dato importante al definir la formalidad de una unidad. Se añadió una casilla de calificación para las secciones de referencia secundaria, debido a que muchas unidades no presentan un estratotipo. El módulo de edad geológica se modificó con un porcentaje de 10% y por último el módulo localidad tipo con un porcentaje del 5%. Los módulos de caracterización se consideraron pieza clave en la evaluación de las unidades ya que, mediante éstos, se logró conocer la información faltante para incluir en las recomendaciones del diagnóstico.

Mediante los porcentajes de aceptabilidad obtenidos se evaluó cada unidad categorizándola de acuerdo a su información disponible. Se clasificaron en 4 categorías: unidades para conservar como formales, unidades en proceso de Formalización, unidades informales y unidades para abandono. Dentro de las unidades para conservar, se encuentran las unidades con mayor información disponible y que cumplen los requerimientos y parámetros para ser consideradas unidades formales. La categoría de unidades en proceso de formalización es constituida por las unidades que presentan información válida pero incompleta, haciendo necesario recomendar una ampliación de su conocimiento por medio de estudios específicos de trabajos de campo o dataciones, estas unidades se nombran entre comillas como (“Formación”), resaltando que aún no deben ser consideradas formales. Las unidades clasificadas como informales, son aquellas que contienen información muy escasa, pero que son conocidas en la nomenclatura estratigráfica de Colombia y que, con trabajos de campo y levantamiento de secciones de referencia completas, puede ascender en su rango. La última categoría, es la de las unidades para abandono de la nomenclatura, en esta categoría se clasifican las unidades cuya información genera duda debido a la falta de estudios y las que caen en la duplicación de nombres.

Se evaluaron un total de 28 unidades, de las cuales 15 son seleccionadas para conservar, representando un 53.57% del total, 9 se consideran en proceso de formalización y constituyen un 32.14%. De las 4 unidades restantes, 2 representan un 7.14% conformando las unidades informales y las otras 2 otro 7.14% de las unidades proceso de abandono.

Como resultado del diagnóstico realizado para las unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico-Jurásico, se genera una propuesta de nomenclatura, como contribución al Léxico Estratigráfico de Colombia.

Era	Periodo	Series	Guajira		SNSM	Cesar Ranchería	Cordillera Oriental				VMM	VSM		
			SW	NE			Sector Occidental		Sector Central					
Mesozoico	Jurásico	Superior		Formación Cuisa			"Formación" Arenal	Formación Girón		"Formación" La Rusia	Formación Girón	Formación Girón		
			Formación Uitpana	Formación Chinapa		Grupo Noreán	Formación Jordán		Grupo Noreán					
		Medio		Formación Cajú	Formación Guatapurí	Formación La Quinta						Formación Saldaña	Miembro Prado	
				Formación Cheterló										Miembro Chicalá
		Inferior		Formación La Quinta			Formación Bocas		"Formación" Montebel		Formación Morrocoyal			
					Formación Los Indios				"Formación" Palermo		"Formación" El Sudán	Formación Payandé	Miembro Superior	
	Triásico	Superior										Miembro Inferior		
		Medio			Formación Corual									
		Inferior										Formación Luisa		

Figura 11. Propuesta de las Unidades volcanosedimentarias y sedimentarias del Triásico-Jurásico de Colombia.

## 9. Recomendaciones

Se sugiere realizar estudios radiométricos, levantamientos estratigráficos y bioestratigráficos que permitan complementar la información de las unidades en proceso de formalización y las unidades informales para incluirlas en la nomenclatura estratigráfica de Colombia como unidades formales.

Se recomienda tener en cuenta las modificaciones realizadas a los módulos de calificación de Muñoz et al., (2003) para informes diagnósticos futuros, ya que éstos son criterios trascendentales a la hora de definir el rango de formalidad de una unidad. Se realizaron reformas en el módulo Estratotipo, en el cual se añadió el criterio “Secciones de referencia secundaria” con una calificación de 0 a 2 para darle cierto puntaje de importancia a las secciones estratigráficas que no son las secciones tipo. Se agregaron también, dos criterios en el módulo de Información Paleontológica; uno de “Adquisición de edad por métodos radiométricos” y otro de contenido de macrofósiles y microfósiles, para darle énfasis a las unidades que han sido descritas mediante este tipo de estudios.

Considerar el diagnóstico de la nomenclatura aquí propuesto como base para la realización de futuros estudios en el área, evitando así la proliferación de nombres e impulsando la estandarización de la nomenclatura estratigráfica en Colombia.

Promover el desarrollo de proyectos relacionados con diagnósticos de léxico que contribuyan a mejorar el estado del conocimiento de las unidades litoestratigráficas de otras regiones del país.

### Referencias Bibliográficas

- Álvarez, P. P. (1995). Resúmenes presentados durante la IV Conferencia de Campo del Proyecto IGCP-Unesco 322 "Correlación de Eventos Jurásicos en América del Sur", celebrado en Santafé de Bogotá (Oct.30-Nov.2/95), y al cual asistieron delegados de Argentina, Cuba y Colombia. *Geología Colombiana*, 20.
- Arias Tauta, A., y Vargas Higuera, R. (1978). *Geología de las planchas 86 Abrego y 97 Cáchira*. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).
- Arias, A. T., y Morales A, C. (1994). *Evaluación del Agua Subterránea en el Departamento del Cesar*. Ingeominas. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- Barrero L, D., Alvarez A, J., y Kassem, T. (1969). *Actividad Ignea y Tectónica en la Cordillera Central Durante el Meso-Cenozoico*. Bogotá: Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras.
- Barrero, D., Pardo, A., Vargas, C., y Martínez, J. F. (2007). *Colombian Sedimentary Basins*. Bogotá.
- Buchely, F., Gómez, L., Buitrago, J., Cristancho, A., Moreno, M., Romero, O., . . . Culebra, D. (2015). *Elaboración de la Cartografía Geológica de un Conjunto de Planchas a Escala 1:100.000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional identificados por el Servicio Geológico Colombiano grupo 2: Zonas Sur A y Sur B. Geología de la plancha 324 Tello*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Bürgl, H. (1958). *El Jurásico e Infracretácico del Río Batá, Boyacá*. Bogotá: Ministerio de Minas y Petróleos, Servicio Geológico Regional.
- Bürgl, H. (1964). *El "Jura-Triásico" de Colombia*. Bogotá: Servicio Geológico Nacional.

- Cediel, F. (1968). El Grupo Girón, Una Molasa Mesozoica de la Cordillera Oriental. Boletín Geológico, XVI, 5-96.
- Cediel, F. (1969). Geología del Macizo de Floresta. Memoria del primer Congreso Colombiano de Geología, 17-29.
- Cediel, F., y Otto F, G. (1971). Mediciones Radiométricas en Red Beds de Paleozóico Joven y Mesozóico Antiguo del Norte de Colombia. Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient, 5, 95.102.
- Champeterier de Ribes, G., Pagnacco, P., Radelli, L., y Weecksteen, G. (1963). Geología y mineralizaciones cupríferas de la Serranía de Perijá, entre Becerril y Villanueva (Departamento del Magdalena, Intendencia de la Guajira). Bogotá: Servicio Geológico Nacional.
- Clavijo Torres, J. (1995). Mapa Geológico de Colombia Plancha 75 - Aguachica. Bucaramanga: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).
- Clavijo Torres, J., Reyes Ortiz, L. Y., y Cardozo Ortiz, A. M. (1998). Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Bolívar. Ingeominas.
- Clavijo Torres, J., y Camacho Gómez, J. A. (1993). IV Simposio de Geología Regional - Guía de excursiones Geológicas. Bucaramanga: Ingeominas.
- Clavijo, J., Mantilla, L., Pinto, J., Bernal, L., y Pérez Adrián. (2008). Evolución Geológica de la Serranía de San Lucas, Norte del Valle Medio del Magdalena y Noroeste de la Cordillera Oriental. Boletín de Geología, 30-62(1), 45.
- Colmenares B, F., Mesa R, A., Roncancio G, J., Arciniega M, E. G., Pedraza C, P. E., Cardona M, A., . . . Vargas B, A. F. (2007). Geología de las Planchas 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21,

- 25, 26, 27, 33, y 34. Proyecto: "Evolución Geohistórica de la Sierra Nevada de Santa Marta". Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS).
- Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica. (2010). Código Estratigráfico Norteamericano. México, D.F: Servicio Geológico Mexicano, Sociedad Geológica Mexicana.
- Cossio O, U. D., Rodríguez G, G., y Rodríguez P, M. A. (1994). Geología de la Plancha 283 Purificación Escala 1:100.000. Ibagué: Ingeominas.
- Cucalon H, I., y Camacho G, R. (1966). Compilación Geológica de la Cuenca del Putumayo. Bogotá: Ministerio de Minas y Petróleos, Servicio Geológico Nacional.
- Decorte B, R., y Salinas E, R. (1980). Geología de las Planchas 66 Miraflores y 76 Ocaña. Bucaramanga: Ingeominas.
- Dorado Galindo, J. (1990). Contribución al Conocimiento de la Estratigrafía de la Formación Brechas de Buenavista (Límite Jurásico-Cretácico)- Región Noroeste de Villavicencio (Meta). Geología Colombiana, 17, 7-39.
- Etayo Serna, F. (1989). Análisis Facial del Inicio del Avance Marino Cretácico en la Región SW del Macizo de Santander. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Etayo Serna, F., y Barrero Lozano, D. (1983). Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia. Bogotá: Ingeominas.
- Fonseca P, H. A., Fuquen M, J. A., Mesa R, L. D., Talero, C. A., Pérez M, O. G., Porras P, J. J., Farfán, E. (2012). Cartografía Geológica de la Plancha 108 -"Puerto Wilches". Escala 1:100.00. Sogamoso: Servicio Geológico Colombiano.

- Fonseca P, H. A., Fuquen M, J. A., Mesa R, L., Talero N, C. A., Pérez M, O. G., Porras P, J. J., . . .  
. García, Y. (2011). Cartografía Geológica de la Plancha 133 - "Puerto Berrío" Escala 1:100.000. Sogamoso: Servicio Geológico Colombiano.
- Forero S, A. (1969). Nuevos datos estratigráficos del Paleozoico y Mesozoico en el Norte de los Andes. Memoria del Primer Congreso Colombiano de Geología, 97-108.
- Forero S, A. (1970). Estratigrafía del Precretácico en el Flanco Occidental de la Serranía de Perijá. Universidad Nacional de Colombia, 7-89.
- Fúquen M, J. A., Ceballos, L., Marín, E., Patiño, A., & Pedraza, A. (2011). Geología de las Planchas 98-Durania y 99 -Vila del Rosario, Norte de Santander-Colombia. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).
- Geoestudios LTDA. (2006). Cartografía Geológica Cuenca Cordillera Oriental-Sector Soapaga. Bogotá.
- Geyer, O. F. (1969). La fauna de amonitas del perfil típico de la Formación Morrocoyal. Memoria del Primer Congreso Colombiano de Geología, 111-133.
- Gómez Plata, C. N. (2017). Estratigrafía y análisis de proveniencia de la Formación Los Indios, y su relación con la evolución tectónica de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Gómez, J. (2003). Levantamiento Geológico Plancha 322 Santa María. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).
- Gómez, L. A., Buchely, F., Lancheros, J., Dávila, C., López, C., Romero, O., y González, F. (2010). Cartografía Geológica y muestreo geoquímico de la parte Norte de la Serranía de Perijá, Plancha 21, 22, 27, 28, 34 y 35. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

González Iregui, H., Salinas E, R., Cárdenas G, J., Muñoz T, C., Correa A, R., y Vélez G, W.

(2015). Elaboración de la Cartografía Geológica de un conjunto de Planchas a Escala 1:100.000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional, identificados por el Servicio Geológico Colombiano. Plancha 67 - Tibú. Medellín: SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO.

Gonzales L, H., Núñez, A., y Paris Q, G. (1988). Mapa Geológico de Colombia. Ingeominas.

González Jiménez, J., Hernández Chaustre, M., & Martínez, H. (2002). Geología de las Planchas 40 Bosconia y 47 Chiriguaná. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

Govea Rodríguez, C., y Aguilera Báez, H. (1985). Cuencas Sedimentarias de Colombia. Empresa Colombiana de Petróleos. Bogotá: II Simposio Bolivariano "Exploración Petrolera en Las Cuencas Subandinas".

Hernández, M. (2003). Geología de la Plancha 48 La Jagua de Ibirico. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

Horton, B., Saylor, J., Nie, J., Mora, A., Parra, M., Reyes-Harker A., & Stockli D. (2010). Linking sedimentation in the northern Andes to basement configuration, Mesozoic extension, and Cenozoic shortening: Evidence from detrital zircon U-Pb ages, Eastern Cordillera, Colombia. USA: Geological Society of America Bulletin, 112, 1423-1442.

Hubach, E. (1931). El Valanginiano como sección del Girón, entre Caqueza y Quetame y la probabilidad de comienzo de la transgresión andina en Colombia durante el Portlandiano. Ministerio de Minas y Petróleos.

Huber, K., y Wiedmann, J. (1986). Sobre el límite Jurásico-Cretácico en los alrededores de Villa de Leiva, Depto. de Boyacá, Colombia. Geología Colombiana, 15, 81-92.

Ingeominas. (1993). Geología de la plancha 282 Chaparral. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.

International Subcommision on Stratigraphic Classification of IUGS International Commission on Stratigraphy. (1976). International Stratigraphic Guide. U.S.

Jiménez Díaz, G. (2008). Análisis de la deformación y modelo estructural basado en datos paleomagneticos y cinemáticos en el sector sur del Valle Superior del Magdalena (Anticlinal de la Hocha). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Julivert, M. (1958). Geología de la zona tabular entre San Gil y Chiquinquirá Cordillera Oriental, Colombia. Universidad Indutrial de Santander, Bucaramanga.

Julivert, M. (1963). Nuevos datos sobre la Dinámica del Ámbito del Macizo de Santander Durante el Secundario (Cordillera Oriental, Colombia). Boletín de Geología, 12, 45-49.

Julivert, M. (1968). Léxico Estratigráfico de Colombia (Primera Parte) Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico (Comisión Estratigráfica ed.). Anatolia.

Langenheim, J. H. (1961). Late Paleozoic and early Mesozoic plant fossils from the Cordillera Oriental of Colombia and correlation of the "Giron Formation". Ministerio de Minas y Petróleos, Servicio Geológico Nacional.

Langenheim, R. (1959). Preliminary report on the stratigraphy of the Giron formation in Santander and Boyacá. University of California, 35-50.

Lobo-Guerrero Sanz, A. (2003). Gold and Copper dissemination in the igneous-volcanic Saldaña Formation, Natagaima, Tolima, Colombia, and extension of the mineral province in the Andean Cordillera. 10° Congreso Geologico Chileno 2003. Chile: Economic Geology Research Institute, University of the Witwatersrand.

- Macía, C., Mojica, J., y Colmenares, F. (1985). Consideraciones sobre la importancia de la paleogeografía de las áreas de aporte precretácicas en la prospección de hidrocarburos en el Valle Superior del Magdalena, Colombia. *Geología Colombiana*, 14, 49-70.
- Mantilla F, L. C., Clavijo, J., Pinto, J. E., Quintero, I., Perez, A., Paez, L. A., . . . López, E. (2006). Cartografía geológica de 9.600 km<sup>2</sup> de la Serranía de San Lucas: Planchas 55 (El Banco), 64(Barranco de la Loba), 85 (Simití) y 96 (Bocas del Rosario): Aporte al Conocimiento de su Evolución Geológica. Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS).
- Maze, W. B. (1984). Jurassic La Quinta Formation in the Sierra de Perijá, northwestern Venezuela: Geology and tectonic environment of red beds and volcanic rocks. *Geological Society of America*, 263-282.
- Maze, W., y Hargraves, R. (1984). Paleomagnetic results from the Jurassic La Quinta Formation in the Perijá Range, Venezuela, and their tectonic significance. *Geological Society of America Memoirs*, 162, 287-294.
- Mendoza P, J. E. (1990). Geología y Comportamiento Geoquímico del Uranio en la Formación Girón, en la parte meridional del Anticlinal de Los Cobardes (Santander). *Geología Colombiana* (17), 183-195.
- Mojica, J. (1980). Observaciones acerca del estado actual del conocimiento de la Formación Payande (Triásico Superior), Valle Superior del Río Magdalena, Colombia. *Geología Colombiana*, 11, 67-91.
- Mojica, J. (1984). Notas Geológicas. An outline on the Jurassic in Colombia. *Geología Colombiana*, 13, 129-136.

- Mojica, J. (2000). La obra geológica del Profesor Otto F. Geyer en Colombia. *Geología Colombiana*, 25, 3-12.
- Mojica, J., Kammer, A., y Ujueta, G. (1996). El Jurásico del Sector Noroccidental de Suramérica y Guía de la Excursión al Valle Superior del Magdalena (Nov.1-4/95), Regiones de Payandé y Prado, Departamento del Tolima, Colombia. *Geología Colombiana*, 21, 3-40.
- Mojica, J., Villarroel, C., y Bayer, K. (1987). 4. Afloramientos del Paleozoico superior en el macizo de Garzón (Cordillera Oriental) y el Valle Superior del Magdalena, Colombia. *Geología Colombiana*, 16, 99-104.
- Mojica, J., y Herrera, A. (1986). Estratigrafía, facies y direcciones de aportes de la formación Luisa en la región de Rovira, Tolima. *Geología Colombiana*, 15, 65-80.
- Mojica, J., y Llinás, R. (1984). Observaciones recientes sobre las características del basamento económico del Valle Superior del Magdalena en la región de Payande-Rovira (Tolima, Colombia), y en especial sobre la estratigrafía y petrografía del miembro chicalá(=Parte baja de la Fm. Sal). *Geología Colombiana*, 13, 81-128.
- Mojica, J., y Macia, C. (1987). 2. Nota preliminar sobre la ocurrencia de improntas de vertebrados (*Batrachopus* sp.) en sedimentitas de la Formación Saldaña, región de Prado-Dolores, Valle Superior del Magdalea, Colombia. *Geología Colombiana*, 16, 89-94.
- Mojica, J., y Prinz-Grimm, P. (2000). LA fauna de Amonitas del Triásico Tardío en el Miembro Chicalá (=parte baja de la Formación Saldaña) en Payandé, Tolima, Colombia. *Geología Colombiana*, 25, 13-23.
- Moreno Sanchez, M., Toro Toro, L. M., Gómez Cruz, A., y Ruiz J, E. C. (2016). Formación Nogontova, una nueva unidad litoestratigráfica en la Cordillera Oriental de Colombia. *Boletín de Geología*, 38(2), 55-62.

Mosquera Miranda, F., Arango Calad, J. L., Valencia Cuesta, M., Carreño Báez, J., y Aguilera

Baéz, H. (1976). Exploración de Acuíferos de la alta y media Guajira. Bogotá: Ingeominas.

Muñoz- Torres, F., González Iregui, H., Sarmiento P, G., y Montoya, C. E. (2003). Método Cuantitativo para diagnosticar el estado del conocimiento estratigráfico: Un ejemplo de aplicación en el Piedemonte Llanero, Cordillera Oriental, Colombia. Bogotá.

Núñez Tello, A., y Murillo Rodríguez, Á. (1982). Geología y Prospección Geoquímica de las Planchas 244 Ibagué y 263 Ortega Departamento del Tolima Colombia. Ibagué: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

Osorio, J., Bernal Vargas, L., Castro, E., Ibañez, D., López, E., Mantilla Figueroa, L. C., . . . Paez, L. (2006). Memoria Explicativa de la Cartografía Geología de la Plancha 64 Barranco de Loba, Sur del Departamento de Bolívar. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

Pava Alfonso, A. A., Ballesteros Torres, C. I., Puentes Cardozo, E. A., Fabre, A. D., Forero Onofre, H., Galvis García, J. N., . . . Etayo Serna, F. (1985). Proyecto Cretácico.

Pulido Gonzáles, O. (1979). Geología de las planchas 135 (San Gil) y 151 (Charalá) Cuadrángulo I-12. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

Pulido, O., Ulloa, C., y Rodríguez, E. (1986). Relaciones Estratigráficas entre el Jurásico y el Cretácico de la Cordillera de los Cobardes. *Geología Colombiana*, 15, 55-64.

Red Alma Mater, Invemar, Universidad Nacional de Colombia, Ecopetrol. (2009). Cartografía Geológica de las Planchas 7-Ranchería, 8- Rioacha, 9-Uribia, 13-Dibulla, 14-Albania y 15-15Bis Maicao. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería Ingeominas.

- Reguant, S., y Roser, O. (2001). Guía Estratigráfica Internacional. Revista de la Sociedad Geológica de España, 14.
- Renzoni, G. (1967). Geología del Cuadrángulo J-12 Tunja. Boletín de Geología, 24(2), 35-48.
- Renzoni, G. (1967). Geología del Macizo de Quetame. Servicio Geológico Nacional, 75-132.
- Renzoni, G., y Ospina, C. (1969). Geología del Cuadrangulo J-12 Tunja. Bogotá: Ingeominas.
- Reyes, H., Montenegro, B., y Gómez, P. (2004). Tectonoestratigrafía y Evolución Geológica del Valle Inferior del Magdalena. Boletín de Geología, 26(42), 19-38.
- Rocha Urbina, M. A. (2005). Estudio Facial de la Secuencia de la Formación Girón aflorante sobre la carretera que conduce al Ruitoque Golf Club. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Rodríguez G, G., Arango M, M., Zapata G, G., y Bermúdez C, J. (2016). Catálogo de Unidades Litoestratigráficas de Colombia, Formación Saldaña. Medellín: Servicio Geológico de Colombia.
- Rodríguez G, G., y Fuquen M, J. A. (1989). Geología y Prospección Geoquímica de la Plancha 302-Aipe Huila Colombia. Ibagué: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).
- Rodríguez P, M. A., Rodríguez García, G., y Viana R, R. L. (1995). Contribución al conocimiento de la Estratigrafía de las Rocas sedimentarias de Monte Frío (Jurásico Inferior, Valle Superior del Magdalena-Colombia). Geología Colombiana, 19, 45-57.
- Royero Gutiérrez, J. M. (2001). Geología y geoquímica de la plancha 111 Toledo - Norte de Santander. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).
- Royero, J. M. (1996). Geología de la plancha 65, Tamalameque (Departamentos de Cesar y Bolívar). Bucaramanga: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

- Sarmiento Rojas, L. F., VAN WESS, J. D., y Cloetingh, S. (2006). Mesozoic transtensional basin history of the Eastern Cordillera, Colombian Andes: Inferences from tectonic models. *Journal of South American Earth Sciences*, 21, 383-411.
- Schwabe, E., Toro, G., Kairuz, C., y Ferreira, P. (2001). Edades por trazas de fisión de circones provenientes de la Formación Saldaña, Valle Superior del Magdalena. *Boletín de Geología*, 23(38), 31-37.
- Suescun Gómez, D. (1946). Informe sobre las Calizas de Payandé, Departamento de Tolima. Ibagué: Ministerio de Minas y Petróleos.
- Tchanz, C. M., Jimeno, A., y Cruz B, J. (1969). Mapa Geológico de reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta Escala 1:200.000. Ingeominas.
- Toussaint, J. F. (1995). Evolución Geológica de Colombia durante el Triásico y el Jurásico.
- Trumpy, D. (1943). Pre-Cretaceous of Colombia. *Bulletin of Geological Society of America*, 54, 1281-1304.
- Tschanz, C. M., Jimena, A., Cruz, J., Jaramillo, L., Arias, A., y Vesga, C. J. (1969). Geology of the Sierra Nevada de Santa Marta área (Colombia). Ingeominas.
- Ulloa M, C., y Rodríguez M, E. (1979). Geología de las planchas 170, Veléz. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).
- Ulloa, C., Rodríguez, E., y Rodríguez, G. I. (2001). Geología de la Plancha 172 Paz de Río. Bogotá: Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero- Ambiental y Nuclear INGEOMINAS.
- Vargas H, R., Arias T, A., Jaramillo C, L., y Téllez I, N. (1981). Geología de las planchas 136 Málaga y 152 Soatá Cuadrangulo I-13. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).

- Vergara S, L., y Rodríguez CH, G. A. (1995). Estandarización de la nomenclatura estratigráfica- Cretácico superior- Piedemonte Llanero. Bogotá: Convenio Ingeominas- ICP.
- Ward, D. E., Goldsmith, R., Jimeno, A., Cruz, J., Restrepo, H., y Gómez, E. (1973). Cuadrángulo H-12 Bucaramanga, Planchas 109 Rionegro -120 Bucaramanga. Cuadrángulo H-13 Pamplona, Planchas 110 Pamplona - 121 Cerrito. Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).
- Wokittel, R. (1956). Formación Cupifera de la Serranía de Perijá (Intendencia de la Guajira y Departamento del Magdalena), Geología de la Sierra Nevada de Santa Marta y Serranía de Perijá. Bogotá: Ingeominas.
- Zuluaga, C. A., Ochoa Yarza, A., Muñoz U, C. A., Guerrero H, N., Martínez A, A., Medina A, P., . . . Zapata P, V. (2009). Proyecto de Investigación: Cartografía e Historia Geológica de La Alta Guajira. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.