

**ESTRATIGRAFÍA Y PALEONTOLOGÍA DEL GRUPO COGOLLO EN LA
SECCIÓN EL CERRO, MUNICIPIO DE CHIMICHAGUA (CESAR)**

Presentado por:

Leady Diana Caro Serrano

Amat David Zuluaga Guerra

**Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Geología
Bucaramanga**

2013

**ESTRATIGRAFÍA Y PALEONTOLOGÍA DEL GRUPO COGOLLO EN LA
SECCIÓN EL CERRO, MUNICIPIO DE CHIMICHAGUA (CESAR)**

Presentado por:

Leady Diana Caro Serrano

Amat David Zuluaga Guerra

Tesis de grado para optar al Título de:

Geólogo

Director:

Ph.D Luis Enrique Cruz Guevara

Docente Universidad Industrial de Santander

Codirector:

Javier Hernando Jerez Jaimes

Maestro en Ciencias en Biología

Docente Universidad Industrial de Santander

**Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Geología
Bucaramanga**

2013

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por su constante presencia en mi vida.

Al cuerpo docente de mi querido colegio Roberto García Peña por sus sabios consejos durante mi formación como bachiller, a la Universidad Industrial de Santander y al equipo docente de mi amada escuela, quienes compartieron su conocimiento conmigo.

A mi director y codirector por su acompañamiento en este proyecto, a mi compañero de tesis por permitirme hacer parte de este trabajo y por sacarme una sonrisa en mis malhumorados días de campo, así como a la familia Zuluaga por su hospitalidad.

Mis más sinceros agradecimientos para los geólogos Martha Serrano, Mario Suarez y Mauricio Velandia por sus consejos, ayuda y tiempo durante la fase final de este proyecto. MUCHAS GRACIAS.

Por último quiero agradecer a la alcaldía de Chimichagua por su acompañamiento y apoyo en la fase de campo.

Leady Diana Caro Serrano

DEDICATORIA

Este logro, el más grande obtenido hasta ahora, se lo dedico en primer lugar a mi Diosito Lindo por acompañarme siempre, por demostrarme que nunca me abandonó, por llenarme de fortaleza cuando más la necesite y por rodearme de seres de luz que me aman .

En segundo lugar quiero dedicárselo a mi familia; a mi abuela que con sacrificio me apoyo siempre, a mi madre por ser una valiente guerrera y darme la oportunidad de vivir, a mi padrastro quien en realidad ha sido mi padre y a todos aquellos que con amor supieron brindarme su apoyo.

A mi mejor amiga Nana que siempre estuvo ahí en mis bipolares momentos.

M@O V. por hacerme infinitamente feliz.

Gracias a todos por su sacrificio apoyo, amor y ayuda LOS AMO!

Leady Diana Caro Serrano

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi madre Martha E. Guerra y mi padre Freddy Zuluaga P. que me han dado todo el apoyo necesario para salir adelante y ser una persona de bien.

A mis hermanos Freddy D. Zuluaga, Jimmy E. Zuluaga y Carlos A. Zuluaga, que han sido mi felicidad y mi apoyo constante.

Mis primos Royer D. Delgado, Nicolas A. Quiroz, Jesus D. Jimenez, Carlos F. Rocha, Luis F. Gomez y Hernan E. Rodriguez quienes han sido parte fundamental de mi formación como profesional.

Mis amigos Julieth P. Calderon, Nathalia Mantilla, Juan D. Carvajal, Temilson Agudelo, Carmencita, Alejandro Torrez y Jorge Torrez por su ayuda incondicional.

A mi abuela Mercedes Palomino, mi tia Genoveba Zuluaga, mi primo Carlos E. Palomino, a Juan Carlos, los pobladores y la alcaldía del municipio de Chimichagua por abrirnos las puertas y permitirnos realizar el campo sin inconvenientes.

Al profesor Luis E. Cruz y la Universidad Industrial de Santander por hacer realidad este proyecto.

A Jessika Gonzalez por mantener mi vida emocional y sentimental equilibrada.

Amat David Zuluaga Guerra

DEDICATORIA

A mis padres y mis hermanos.

Amat David Zuluaga Guerra

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	23
1. OBJETIVOS	24
1.1. OBJETIVO GENERAL	24
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
2.1. JUSTIFICACIÓN	25
3. LOCALIZACIÓN	26
4. ANTECEDENTES	28
5. METODOLOGÍA	32
5.1. FASE DE RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	32
5.2. FASE DE CAMPO	32
5.3. FASE DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	32
6. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	37
6.1. Evolución Tectónica del Margen Noroccidental de Suramérica	37
6.1.1. Paleozoico:	37
6.1.2. Triásico – Jurásico:	38
6.1.3. Barremiano – Aptiano temprano:	39
6.1.4. Aptiano tardío – Santoniano:	40
6.1.5. Campaniano – Maastrichtiano:	41
6.1.6. Paleoceno:	42
6.1.7. Eoceno – Oligoceno:	44
6.1.8. Mioceno – Pleistoceno:	45
6.2. Cuenca Cesar-Ranchería	46
6.2.1. Generalidades:	46
6.2.2. Geología Estructural:	47
6.2.2.1. Estructuras	49

7. ESTRATIGRAFÍA	52
7.1. Formación La Quinta	52
7.2. Grupo Cogollo.....	55
7.3. Depósitos Cuaternarios Recientes:	57
8. MARCO TEÓRICO	59
8.1. PROCESOS SEDIMENTARIOS.....	59
8.1.1. Componentes de las rocas sedimentarias:.....	59
8.1.2. Clasificación de las rocas sedimentarias:.....	60
8.1.2.1. Rocas Terrígenas (RT):.....	61
8.1.2.1.1. Clasificación textural de las rocas terrígenas:	65
8.1.2.1.2. Clasificación composicional de las RT:	69
8.1.2.2. Rocas Carbonatadas:.....	71
8.1.2.2.1. Clasificación de rocas carbonatadas según Folk (1974):	74
8.1.2.2.2. Clasificación de rocas carbonatadas según Dunham (1962):	76
8.2. PROCESOS IGNEOS.	79
8.2.1. Componentes de las Rocas ígneas:.....	81
8.2.2. Clasificación de las rocas ígneas:	83
8.2.2.1. Rocas Extrusivas:.....	84
8.2.2.2. Clasificación de las rocas Volcanoclásticas:	85
9. GEOLOGÍA DE LA SECCIÓN EL CERRO	88
9.1. Estratigrafía.....	91
9.1.1. Análisis Estratigráfico.....	96
9.2. Análisis de Facies	97
.....	97
9.2.1. Descripción de Facies:.....	99
9.2.2. Asociación de Facies	102
9.3. Geología estructural.....	107
9.4. Geoquímica.....	109
CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFÍA.....	113

Anexos.....	118
Anexo A Catálogo de muestras.....	119
Anexo B. Poligonales de la sección el Cerro.....	181

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Cuenca Cesar Ranchería y dentro de ella la Sección el Cerro.....	26
Figura 2. Ubicación geográfica del Municipio de Chimichagua en el Departamento del Cesar.	27
Figura 3. Cuadro de correlación entre las nomenclaturas usadas en Colombia y en Venezuela para el Grupo Cogollo.	28
Figura 4. Mapa del área de estudio con las traversas realizadas en campo.....	36
Figura 5. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Titoniano.....	39
Figura 6. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Aptiano.	40
Figura 7. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Albiano.. ..	41
Figura 8. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Campaniano.....	42
Figura 9. Marco tectónico del noroccidente de Suramérica en el Paleoceno.....	43
Figura 10. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Eoceno.	44
Figura 11. Marco tectónica del margen noroccidental Suramérica en el Mioceno.	45
Figura 12. Ubicación de la Cuenca Cesar Ranchería.	47
Figura 13. Modelo estructural para la cuenca Cesar-Ranchería.	47
Figura 14. Marco tectónico del Norte de Colombia, con la dirección de los esfuerzos principales que afectan la cuenca Cesar-Ranchería.	48
Figura 15. Columna generalizada de la Cuenca Cesar-Ranchería.	52
Figura 16. Figuras de selección o calibrado según Pettijhon (1949).....	63
Figura17. Términos de grado de redondez y esfericidad de las partículas según Powers (1953).....	63

Figura 18. Tipos de almacén de rocas sedimentarias.	64
Figura 19. Diagrama triangular para la clasificación textural de las RT.	66
Figura 20. Estados de madurez textural de los sedimentos con base en el calibrado, redondez, porcentaje del material arcilloso según Folk (1974).	69
Figura 21. Diagrama triangular para la clasificación composicional de arenitas folk 1974.....	70
Figura 22. Aspecto microscópico de los principales componentes ortoquímicos y aloquímicos de las rocas carbonatadas.....	74
Figura 23. Clasificación Textural de las rocas carbonatadas según Folk (1974). .	76
Figura 24. Clasificación de rocas calcáreas de acuerdo a la textura deposicional, según Dunham (1962).	78
Figura 25. Serie de Reacción de Bowen.....	80
Figura 26. Diagrama QAFP para la clasificación de rocas volcánicas.	87
Figura 27. Mapa Geológico de La Sección el Cerro.....	89
Figura 28. Localización de las Poligonales a partir de las cuales se levantaron las columnas	91
Figura 29. Columna Estratigráfica del Cerro 1.	92
Figura 30. Segmentos de la Columna Estratigráfica Cerro 2.	95
Figura 31. Facies presentes en la columna de la Sección el Cerro	98
Figura 32. Facies 1	99
Figura 33. Facies 3	100
Figura 34. Facies 4	101
Figura 35. Facies 5	101
Figura 36. Facies 6	102
Figura 37. Ambiente deposicional para la Asociación de Facies 1.	103
Figura 38. Ambiente deposicional para la Asociación de facies 2.....	103
Figura 39. Ambiente deposicional para la Asociación de Facies 3.	104
Figura 40. Ambiente deposicional para la Asociación de facies 4.....	104
Figura 41. Ambiente deposicional para la Asociación de Facies 5.	105
Figura 42. Asociación de facies de la Sección el Cerro.	106

Figura 43. Fallas de la Sección el Cerro108
Figura 44. Corte Geológico de la Sección el Cerro.....108
Figura 45. Estructura del formato para la clasificación de las muestras recolectadas en campo.....120

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación granulométrica de rocas terrígenas de Udden & Wentworth (1922).	65
Tabla 2. Nomenclatura y terminología general para la clasificación textural de las RT con base en el tamaño de grano.	67
Tabla 3. Clasificación y nomenclatura de rocas y depósitos piroclásticos(a) Depósitos de buen sorting..	86
Tabla 4. Clasificación y nomenclatura de tobas (b).	86
Tabla 5. Clasificación y nomenclatura de Rocas y depósitos volcanosedimentarios (c).....	87
Tabla 6. Clasificación composicional de las muestras tomadas en campo para la formación la quinta.....	90
Tabla 7. Clasificación composicional de las muestras tomadas en campo para la formación cogollo.....	90
Tabla 8. Resultado de análisis químico para las muestras de la sección el Cerro.	110

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Catálogo de muestras119

Anexo B Poligonales de la seccion el Cerro181

RESUMEN

TITULO: ESTRATIGRAFIA Y PALEONTOLOGIA DEL GRUPO COGOLLO EN LA SECCION EL CERRO, MUNICIPIO DE CHIMICHAGUA (CESAR).

AUTORES: Caro, L & Zuluaga, A. **

PALABRAS CLAVE: Calizas de Chimichagua, ciclicidad en carbonatos, Facies de Front reef.

DESCRIPCION:

En el presente proyecto de investigación se determina cuál de las formaciones perteneciente al Grupo Cogollo es la que aflora en la Sección el Cerro así como su respectivo ambiente deposicional.

Para determinar lo anterior fue necesario describir y clasificar un total de 28 muestras de afloramiento de roca caliza, utilizando las clasificaciones de Folk 1974 y Dunham 1962, posteriormente y con las columnas estratigráficas de la zona de estudio se realizaron análisis tanto estratigráficos como de facies.

A partir del análisis estratigráfico y paleontológico se pudieron determinar las características litológicas de las calizas aflorantes en la sección el Cerro, así como el contenido fosilífero de las mismas una vez realizado lo anterior se procedió a establecer cuál de las formaciones pertenecientes al Grupo Cogollo es la que aflora en la Sección el Cerro y a partir del análisis de facies; del cual se obtuvieron cinco asociaciones de facies se pudo determinar el ambiente deposicional de las calizas de la Sección el Cerro.

Finalmente se concluye que las calizas aflorantes en la Sección el Cerro corresponden con la Formación Lagunitas del Grupo Cogollo y que estas muy probablemente se depositaron en una plataforma media de un mar abierto muy rico en carbonatos en la parte frontal de un reef.

*Proyecto de Grado: Modalidad Investigación

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología. Director: Director: Ph.D Luis Enrique Cruz Guevara. Codirector: Javier Hernando Jerez Jaimes

ABSTRACT

TITLE: STRATIGRAPHY AND PALAEOLOGY OF THE COGOLLO GROUP IN THE SECTION THE HILL, CITY OF CHIMICHAGUA (CESAR).

AUTHORS: Caro, L & Zuluaga, A. **

KEYWORDS: Chimichagua limestones, carbonate cyclicity, Front reef facies.

DESCRIPTION:

In this research project is determined which of the formations belonging to Cogollo Group is exposed in the Cerro Section (study area) and their respective depositional environment.

To determine this was necessary to lift the complete stratigraphic section of the study area (El Cerro), describe and classify a total of 28 samples of limestone outcrop, using Folk classifications 1974 and 1962 Dunham later and with the stratigraphic columns of the study area raised we made stratigraphic and facies analysis.

From stratigraphic and paleontological analysis we could determine the lithology of the limestone outcrop in the Cerro section and the fossil content of the same, once above proceeded to establish which of the formations belonging to the Group is exposed in the Hill Section (study area) and from facies analysis conducted at six facies found, were obtained as a result five associations through facial and these could be determined depositional environment of the limestone of the Hill Section.

Finally, as a result of this research project is concluded that the limestone outcropping in Section Cerro Lagunitas Formation correspond with Cogollo Group and that they most likely were deposited in middle shelf of an open sea very rich in carbonates in the front a reef

Graduation Project: Research Method
Physicochemical Engineering Faculty. School of Geology. Directed by Luis Enrique Cruz Guevara
Ph.D. Co-Director: Javier Hernando Jerez Jaimes

INTRODUCCIÓN

En gran parte del Oriente Colombiano durante el Cretácico Temprano se inició la depositación de un intervalo de calizas con intercalaciones siliciclásticas denominado Grupo Cogollo. Este intervalo carbonático siguió a la depositación de los clásticos basales del Cretácico Inferior, Formación Rio Negro, y antecedió a la depositación de la prolífica Formación La Luna.(Autores)

Desde la publicación de Garner (1926) en Julivert (1968) diversos autores se han interesado en el estudio de las características y relaciones estratigráficas del Grupo Cogollo principalmente por su importancia desde el punto de vista petrolero.

Con el objetivo de continuar aportando información sobre este intervalo carbonático en Colombia, en este trabajo se aborda el estudio del Grupo Cogollo, desde el punto de vista estratigráfico y paleontológico en una sección conocida como El Cerro ubicada al nororiente del Municipio de Chimichagua (Cesar),**Figura 1 y 2.**

Para lo anterior se desarrolló una metodología que consta de tres fases; la fase 1 (fase de recopilación de información) en la cual se recopiló información bibliográfica, la fase 2 (fase de campo) en dicha fase se recopilaron datos estructurales, muestras de roca y se realizó el levantamiento de dos poligonales y fase 3 (fase de laboratorio y análisis de resultados) en la cual se realizó un catálogo de muestras, dos columnas estratigráficas y la elaboración del informe final.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL.

- Realizar la estratigrafía y paleontología del Grupo Cogollo en la sección El Cerro, ubicada en el municipio de Chimichagua (Cesar).

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la cartografía de la sección El Cerro a una escala 1:12500.
- Establecer las características estructurales y estratigráficas de la zona de estudio.
- Desarrollar un estudio paleontológico que permita establecer el tipo de fauna fosilífera presente en las calizas que se encuentran en la sección.
- Realizar una clasificación composicional y textural de las calizas que afloran en la zona de estudio.
- Llevar a cabo un análisis de facies de la sección de estudio con el fin de establecer el ambiente sedimentario en el cual se formaron las calizas allí situadas.
- Revisar la nomenclatura existente para las litologías encontradas en la zona de estudio y así conocer a que parte del Grupo Cogollo pertenecen las calizas ubicadas en la sección El Cerro.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La zona conocida como el Cerro en el municipio de Chimichagua (Cesar) es una región con poca información estratigráfica y paleontológica, por ello hemos decidido llevar a cabo un estudio estratigráfico y paleontológico a una escala de 1:12500 que permita ampliar el conocimiento Geológico de la zona y aportar información acerca de las calizas aflorantes allí y el intervalo del Grupo Cogollo al cual pertenecen.

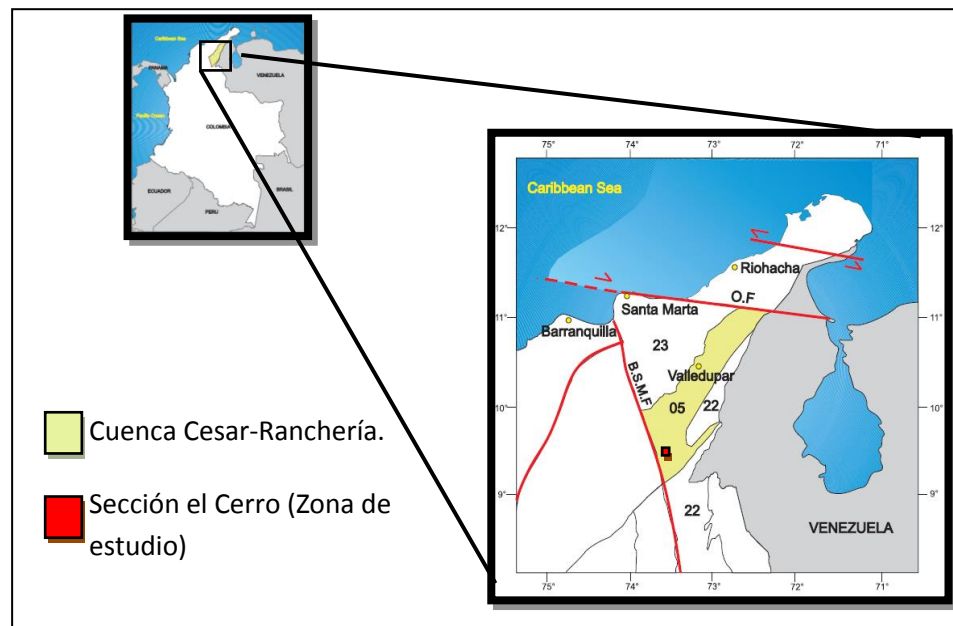
2.1. JUSTIFICACIÓN

La finalidad de este proyecto es principalmente la de afinar y complementar la información geológica que se tiene de la Sección el Cerro, ubicada en el Municipio de Chimichagua en el departamento del Cesar y así poder realizar una clasificación de la fauna fosilífera que poseen las calizas ubicadas en la zona de estudio lo cual facilitará realizar una contribución que permita conocer a que parte del Grupo Cogollo pertenecen las calizas aflorantes en la sección el Cerro.

3. LOCALIZACIÓN

La sección el Cerro se encuentra ubicada en el límite suroeste del Terreno Cesar según la nomenclatura de Julivert (1968) y Cuenca de Cesar-Ranchería (Barrero et al., 2007) (**Figura 1**).

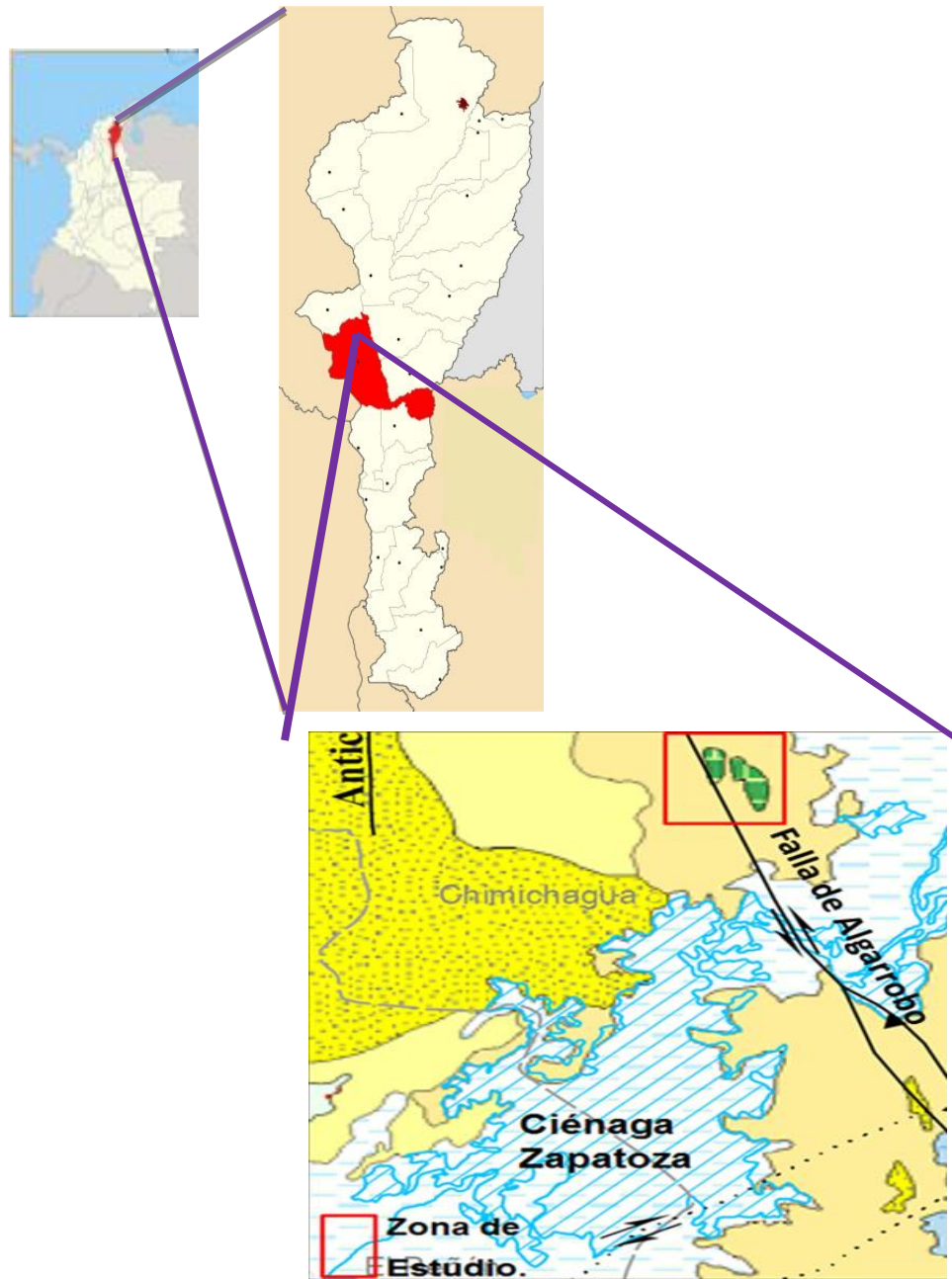
Figura 1. Ubicación de la Cuenca Cesar Ranchería y dentro de ella la Sección el Cerro.



Fuente: Modificado de Barrero et al. (2007)

Geográficamente se sitúa a 5,75 Km al Nororiente del Municipio de Chimichagua, Cesar por la vía que conduce de este municipio a los corregimientos de Corralito y Plata Perdida(**Figura 2**) Presentando una distancia de referencia de 532,6 Km con respecto a la capital de la república de Colombia (Bogotá D.C.) y a 259,3 km de la capital del departamento de Santander (Bucaramanga).La zona comprende la parte más sur de la plancha 47 IV C3 y la parte más norte de la plancha 55 II A1, a escala 1:25.000, según nomenclatura del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (I.G.A.C).

Figura 2. Ubicación geográfica del Municipio de Chimichagua en el Departamento del Cesar.



Fuente: Modificado de Mapas políticos (2012).

4. ANTECEDENTES

En la sección el Cerro (Chimichagua-Cesar), aflora una secuencia de calizas correspondientes a las calizas del Grupo Cogollo de edad Cretácica. La referencia original del término Caliza de Cogollo se debe a Garner (1926), para designar una secuencia de calizas color gris, macizas y cristalinas infrayacentes a la Formación La Luna, en la sección del Río Cogollo de la Sierra de Perijá, estado Zulia, Venezuela. Con un espesor medido de 370 m. Sin embargo, algunos autores la consideran incompleta y que puede alcanzar los 735m (Rio Yasa) PDVSA (2011). En Colombia, Govea & Dueñas (1975) y García (1990) dividen el Grupo Cogollo en las formaciones Lagunitas y Aguas Blancas (Hernández, 2003). Las nomenclaturas usadas en la Concesión Barco, Sierra de Perijá y Valle del Río César (Colombia), y para el Grupo Cogollo en la región occidental (Venezuela) son resumidas en la (Figura 3).

Figura 3. Cuadro de correlación entre las nomenclaturas usadas en Colombia y en Venezuela para el Grupo Cogollo.

COLOMBIA			VENEZUELA								
MILLER 1960 (Valle del río Cesar)	Govea & Dueñas (1975) García (1990)	NOTESTEIN, F.B HUBMAN C.W & BOWLER I.W 1944/Conc. Barco	GARNER 1926	HEDBERG & SASS 1937	SUTTON 1946		ROD 1953 (en ROD & MAYNC 1954)				
COGOLLO SUPERIOR	Formacion Aguas Blancas	FORMACION COGOLLO	CALIZA DE COGOLLO	COGOLLO	GRUPO COGOLLO inferior	FM. CAPACHO	GRUPO COGOLLO	FORMACION MARACA			
	Formacion Lagunitas							Miembro Guayacan (1)	Miembro Cogollo Medio	FM. AGUARDIENTE (2)	FORMACION LISURE (3)
		Miembro Cogollo Inferior									
COGOLLO INFERIOR		FORMACION URIBANTE								FORMACION APON	Apon Sup.
						Miembro Aguardiente			Apon Med.		
						Miembro Mercedes			Apon Inf.		
							Miembro Tibu				

Fuente: Modificado de Julivert (1968).

Cabe mencionar que:

- 1) La división en miembros de la Formación Cogollo es propia del área de Petrolea (Concesión Barco), pero no es aplicable a toda la concesión.
- 2) Según Rod & Maync (1954), lo que Sutton (1946) describe como Formación Aguardiente para la región de Perijá, abarca sólo una parte del Miembro de Aguardiente de Notestein *et al.* (1944) y de la propia Formación Aguardiente de Sutton (1946), tal como la describe para los Andes de Mérida. Por ello Rod (1954) creó el nombre de Formación Lisure, para substituir el término de formación Aguardiente en la Región de Perijá.
- 3) Rod (en Rod&Maync, 1954) emplea el nombre de formación Lisure para la región de Perijá y el de formación Aguardiente para los Andes de Mérida por los motivos antes indicados, y para evitar así el sentido más restringido que dio Sutton (1946) al término formación Aguardiente en Perijá.

La descripción del grupo Cogollo ha tenido diferentes autores desde Garner (1926). La siguiente es una recopilación de estos autores.

a) En el sentido de Miller (1960): Divide Cogollo en 2; Cogollo Inferior y Cogollo Superior. El Cogollo en su parte inferior consta de calizas, calizas arenosas y arenitas calcáreas, igual que en la Concesión Barco (Miembros Tibú y Mercedes). El Cogollo superior son calizas menos macizas y de estratificación más fina que presenta una importante facies areno arcillosa descrita en varias localidades de la Serranía de Perijá, por esta razón en los informes de Govea & Dueñas (1975) y García (1990) de acuerdo con Julivert (1968) subdividen el Cogollo Superior en las formaciones Lagunitas a la base, constituida por calizas macizas de color gris y café, y Aguas Blancas en el techo, formada por shales arcillosos calcáreos negros hacia la base y lodolitas calcáreas de color gris café que gradan a calizas glauconíticas en la parte superior, aunque tiene cambios notables de facies es según Miller (en Julivert, 1968) predominantemente calcáreo (Julivert, 1968 en Etayo *et al.*, 1983).

b) En el sentido de Notesteinet al. (1944): ellos dividen la Formación Cogollo (la cual equivale a una pequeña parte del Grupo Cogollo; la más alta) en 3 Miembros; Cogollo Miembro Inferior, Cogollo Miembro Medio y Cogollo Miembro Guayacán.

El primero consta de shale bituminoso y calcáreo y caliza oscura, ambas con foraminíferos: este miembro forma 1/5 del total de la formación. El Cogollo Medio, constituido por shale oscuro no calcáreo y unos pocos bancos de caliza arcillosa, fosilífera, forma 3/5 del total de la formación. El Miembro Guayacán consta de calizas fosilíferas con limos y lutitas oscuras interestratificadas. Estos miembros son propios del área de Petrolea (Julivert, 1968).

c) En el sentido de Garner (1926): aplica el nombre de calizas de Río Cogollo a un conjunto de calizas macizas grises y fosilíferas que se presentan en el Río Cogollo (Venezuela). Estas calizas se hallan situadas por debajo de la Formación La Luna (Julivert, 1968).

d) En el sentido de Hedberg & Sass (1937): Según dichos autores la sección tipo de la Formación Cogollo se sitúa en el Río Cogollo en la parte N del Distrito de Perijá (Estado Zulia); está constituida por un predominio de calizas macizas de tonalidades claras, fosilíferas. Presenta también shales oscuros y escasas capas de chert. En la parte basal de la formación aparecen calizas dolomíticas, calizas arenosas y arenitas calcáreas. La Formación Cogollo según Hedberg & Sass (1937) (en Julivert, 1968) queda comprendida entre la Formación Río Negro, en la base y la Formación La Luna en el techo (Julivert, 1968).

e) En el sentido de Sutton (1946): las designa como Grupo Cogollo y las subdivide en las formaciones: Apón (la inferior), Aguardiente (la media) y Capacho (la superior). El Grupo Cogollo de Sutton (1946) incluye los sedimentos cretácicos comprendidos entre la Formación Río Negro y la Formación La Luna, ambas de Venezuela (Julivert, 1968).

f) En el sentido de Rod & Maync (1954): aceptan el sentido dado por Sutton (1946) pero dividen el Grupo Cogollo en las formaciones Apón, Lisure y Maraca, que no coinciden exactamente con las tres formaciones de Sutton (1946) (en Julivert, 1968).

Comparando el Grupo Cogollo del Valle del Río César y el Grupo Cogollo de Venezuela: Miller 1960 (en Julivert, 1968) aplica el término Grupo Cogollo en la Sierra de Perijá y Valle del Río César en el mismo sentido que Sutton (1946) (en Julivert, 1968) y Rod&Maync(1954) (en Julivert, 1968) en Venezuela. Miller (1960) (en Julivert, 1968) divide el Grupo Cogollo en dos partes: “Cogollo inferior” y “Cogollo superior” aunque da pocas precisiones estratigráficas. El Cogollo inferior consta de calizas, calizas arenosas y arenitas calcáreas y tendría una edad que abarca desde el Barremiano hasta el Aptiano. El “Cogollo Superior” comprende el resto de la serie y Miller le asigna una edad del Aptiano hasta parte o todo del Cenomaniano. Las calizas del Cogollo Superior son menos macizas y de estratificación más fina que las del inferior. La división del Grupo Cogollo en dos partes (Lower Cogollo, Upper Cogollo) había sido empleada ya por Sutton (1946) (en Julivert, 1968); este autor designa como Lower Cogollo a la Formación Apón y como Upper Cogollo a las Formaciones Aguardiente y Capacho. No puede precisarse si el Lower Cogollo y Upper Cogollo de Sutton (1946) y el Cogollo inferior y superior de Miller (1960) coinciden.

Existe cierta diferencia en las edades asignadas por Miller (1960) y las asignadas por Sutton (1946) y por Rod & Maync (1954). Mientras no se conozca más detalladamente la estratigrafía y las faunas no puede saberse hasta qué punto esto puede responder a diferencias reales (Julivert, 1968).

5. METODOLOGÍA

5.1. FASE DE RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Esta etapa comprende todas aquellas actividades que conducen al dimensionamiento y contextualización del área de estudio en términos de geología regional, en esta fase se realizó una búsqueda de estudios anteriores a cerca del Grupo Cogollo realizados en el área de estudio y fuera de ella, tales estudios procedieron de fuentes como publicaciones en artículos a nivel nacional e internacional, tesis de pregrado, mapas, entre otros.

5.2. FASE DE CAMPO

Durante la fase de campo se realizaron 9 traversas, las cuales facilitaron la realización de la cartografía geológica del área de estudio, el muestreo representativo del Grupo Cogollo y la toma de datos estructurales, seguido por el levantamiento de dos poligonales (una por cerro), las cuales dieron como resultado dos columnas estratigráficas del intervalo el Grupo Cogollo aflorante en la zona de estudio a escala 1:1000 para el Cerro 1 y 1:250 para el Cerro 2.

5.3. FASE DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante esta fase se realizaron las siguientes actividades:

a) Descripción de las muestras tomadas en campo (Anexo A): Para la descripción de las rocas sedimentarias terrígenas fue utilizada la clasificación de Folk (1974), para las rocas sedimentarias carbonatas fueron utilizadas las clasificaciones de Folk (1974) y Dunham (1962), las cuales aparecen en el catálogo en dicho orden, finalmente para la descripción de las rocas volcánicas y volcanoclásticas fue utilizada la clasificación de Schmidt(1981) y el diagrama QAFP de Streckeisen (1966).

Cabe señalar que para cinco muestras de rocas sedimentarias carbonatadas fue necesaria la realización de sección delgada ya que en muestra de mano no fue posible observar la presencia de fósiles.

Las descripciones realizadas compiladas en un catálogo de muestras constan de la siguiente estructura: número de muestra, coordenadas de la muestra, fotografía de la muestra, clasificación y breve descripción de la muestra.

b) Cartografía de la zona de estudio: Se obtuvo de la información recolectada en cada una de las 9 traversas realizadas (**Figura 4**).

Traversa 1: empieza en la vía ubicada al este del Cerro 1 con coordenadas X: 1033341 Y: 1520882, y termina en la zona Norte de dicho cerro, siguiéndola por aproximadamente 1150 m hasta llegar a una “ye” (Y), se toma el brazo izquierdo de la “Y” y se avanzan 500 m en sentido Noroeste, luego el brazo derecho y se avanzan 425 metros en sentido Noreste. La longitud de la travesa es de 1750m. Durante el recorrido de esta travesa se encontraron afloramientos correspondientes a tobas de la Formación La Quinta.

Traversa 2: inicia en las coordenadas X: 1032324 Y: 1521531, límite Norte del Cerro 1, tiene una orientación casi Este-Oeste por cerca de 1 Km luego del cual su orientación pasa a ser Noreste, la travesa culmina en las coordenadas X: 1033910 Y: 152895. En su recorrido se encuentran depósitos cuaternarios y tobas correspondientes a la Formación La Quinta.

Traversa 3: tiene sus coordenadas de inicio en X: 1032220 Y: 1519575 en el carretable que conduce hacia los cerros; a 500 m de la “YE” que conduce hacia el corregimiento de Plata Perdida, esta travesa tiene una orientación Nor-Noreste, cubre la parte más Occidental del Cerro 1, durante su recorrido encontramos depósitos cuaternarios, tobas, limolitas calcáreas, sublitarenitas, arcosas y rocas Volcanosedimentarias correspondientes a la Formación la Quinta,

así como calizas micríticas correspondientes al Grupo Cogollo, sus coordenadas de finalización son X: 1032855, Y: 1520525.

Traversa 4: está ubicada hacia la parte Noreste del Cerro 1, tiene sus coordenadas de inicio en X: 1033675, Y: 1520955 sobre el carreteable ubicado al Este del Cerro 1, es una traversa semicircular, durante la cual se encontraron tobas de la Formación la Quinta, finaliza sobre el carreteable ubicado al Este del Cerro 1 en las coordenadas X: 1033490, Y: 1520500.

Traversa 5: se inicia a aproximadamente 125 m del carreteable ubicado al Este del Cerro 1 en las coordenadas X: 1033250, Y: 1520250, que cubre el contacto entre las tobas de la Formación la Quinta y las calizas del El Grupo Cogollo, en la zona de estudio este no es un contacto neto, las tobas que se encuentran en contacto con las calizas efervescen al contacto con ácido clorhídrico, la traversa culmina sobre el carreteable en las coordenadas X: 1032895, Y: 1519915.

Traversa 6: cubre todo el Cerro 2, inicia sobre el cerro en la parte más Sureste del mismo, en las coordenadas X: 1034125, Y: 1519250, durante su trazo encontramos Calizas correspondientes al Grupo Cogollo (trazo Oeste de la traversa) y tobas de la Formación la Quinta (parte Este de la traversa), culmina sobre la vía que conduce del Cerro 2 a el corregimiento de Corralito en las coordenadas X: 1032950, Y: 1519925.

Traversa 7: está ubicada sobre la parte más Suroeste del Cerro 1, inicia sobre la vía ubicada al este de dicho cerro, sus coordenadas de inicio son X: 1033000, Y: 1520075, sobre esta traversa se reconocieron calizas pertenecientes al Grupo Cogollo, la traversa finaliza en la parte más alta del Cerro 1 con coordenadas X: 1032625, Y: 1520125, lugar en el que existe una caverna y en donde la roca se encuentra bastante lavada y disuelta.

Traversa 8: está ubicada sobre la parte más central del Cerro 1, en las coordenadas de inicio X: 1033085, Y: 1520825, es la traversa más corta debido al difícil acceso al Cerro en esa zona.

Traversa 9: está localizada sobre el Cerro1, inicia en la parte central del cerro en las coordenadas X: 1032815, Y: 1520250, durante su recorrido es posible encontrar dos zonas de falla en donde la roca se encuentra brechificada y se observan estratos verticalizados y calizas correspondientes al Grupo Cogollo, fue necesario descender del cerro en más de una ocasión dado lo agreste del terreno. Con esta traversa se finaliza la cartografía de la zona de estudio, la toma de datos estructurales y muestras de las formaciones rocosas.

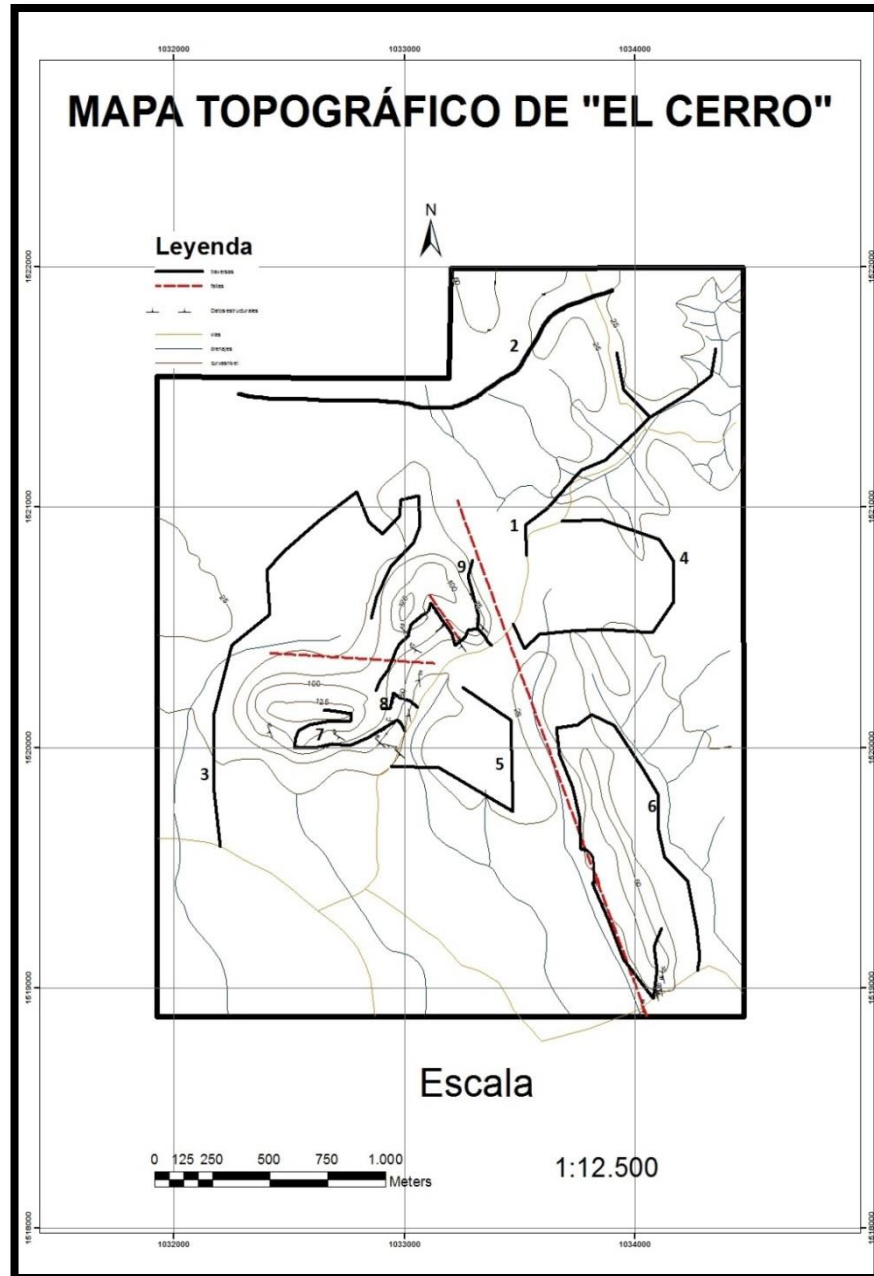
c) Elaboración de las columnas litoestratigráficas: como resultado del balanceo de las poligonales se obtuvieron dos columnas litoestratigráficas a escala 1:1000 (Cerro 1) y 1:250 (Cerro 2), en las cuales se relaciona la información litológica con la muestra recolectada en campo y una breve observación de afloramiento.

d) Caracterización de la fauna fosilífera: La descripción de la fauna fosilífera se realizó de forma macroscópica para todas las muestras recolectadas durante la etapa de campo en la zona de estudio, en cuanto a la descripción microscópica, esta se realizó para 5 muestras así: 2 para el Cerro 1 (EP39 y EP50) y tres para el Cerro 2 (EP24, EP 27 Y EP 29), la razón por la cual se decidió realizar sección delgada a las anteriores muestras fue que en ellas en muestra de mano no era posible observar fósiles.

e) Elaboración del informe final: Como resultado de esta fase del proyecto se elaboró el informe final el cual presentará los resultados obtenidos de la investigación y el cumplimiento de los objetivos planteados en el mismo. Los

resultados fueron presentados en formato digital a la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Figura 4. Mapa del área de estudio con las traversas realizadas en campo



Fuente: Autores.

6. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Como se aclaró anteriormente la zona de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Chimichagua, en el departamento del Cesar, el cual hace parte de los departamentos que constituyen la región Caribe de nuestro territorio nacional.

La Región Caribe de Colombia es el área continental y marítima más septentrional del país. Físicamente, está compuesta por una llanura continental denominada Costa Caribe o Atlántica y las aguas y territorios insulares colombianos en el mar Caribe y es flanqueada por la cordillera oriental, más exactamente por la Serranía de Perijá, la cual sirve de límite natural con Venezuela (Modificado de Wikipedia 2013), esta región se encuentra ubicada dentro del margen Noroccidental de Suramérica del cual a continuación se describe su evolución geológica, a su vez dentro de este se encuentra la cuenca Cesar-Ranchería, cuenca que contiene la Sección el Cerro objeto de nuestro estudio.

6.1. Evolución Tectónica del Margen Noroccidental de Suramérica

6.1.1. Paleozoico: Para el Paleozoico Temprano (Cambro-Ordovícico) Gil & Martínez (1990) reportan una depositación clástica. Hernández (2003) indica que dicha depositación de sedimentos pelíticos se encuentra estratificada por flujos de lava, que posteriormente en el Silúrico Temprano sufrieron procesos de metamorfismo de bajo grado y alta temperatura; formando esquistos de actinolita-clorita, cuarcitas y filitas que corresponden a la Unidad Metasedimentaria de La Virgen. En el Silúrico y Devónico Temprano ocurrieron eventos simultáneos de levantamiento, plegamiento, actividad plutónica y erosión relacionados a la Orogenia Caledoniana.

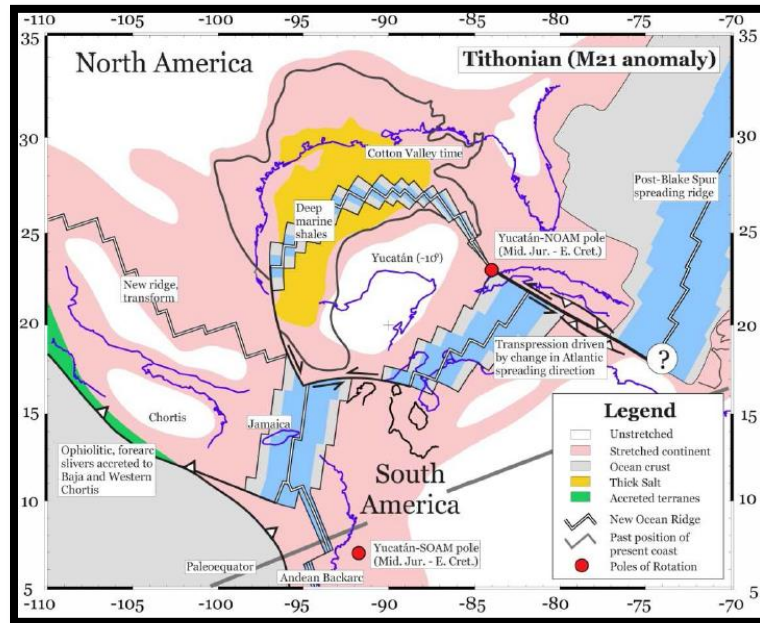
Posterior a la Orogenia Caledoniana, Gil & Martínez (1990) indican que ocurre la depositación de sedimentos marinos ubicados al occidente por un proto-océano Pacífico, Hernández (2003) añade que los sedimentos son especialmente gravas, arenas, shales y shales calcáreos cubriendo áreas positivas del cratón debido a una transgresión.

Para el Paleozoico Tardío, Hernández (2003) establece un segundo evento tectónico importante, la Orogenia Herciniana, que ocurre en el Devónico Tardío y que se caracteriza principalmente, por procesos de fallamiento y fuerte erosión que originan un hiato entre los sedimentos devónicos y carboníferos.

6.1.2. Triásico – Jurásico: Durante el Triásico se presentan movimientos asociados a rifting gracias a la separación de masas continentales (**Figura 5**); Laurasia se divide y origina mares entre Norteamérica, Suramérica y África, gracias a los cuales se produce la apertura del mar Caribe y a su vez se forman fosas tectónicas que permiten la depositación de la Formación La Quinta.

Procesos de Vulcanismo de flujo y piroclástico contribuyeron con material de flujo, cenizas y detritos a la secuencia, especialmente en el Jurásico Medio, donde además ocurrió el emplazamiento de plutones (Hernández, 2003). Gil & Martínez (1990) reportan que las secuencias volcánicas están representadas por andesitas y riolitas y los cuerpos plutónicos por dioritas y cuarzodioritas.

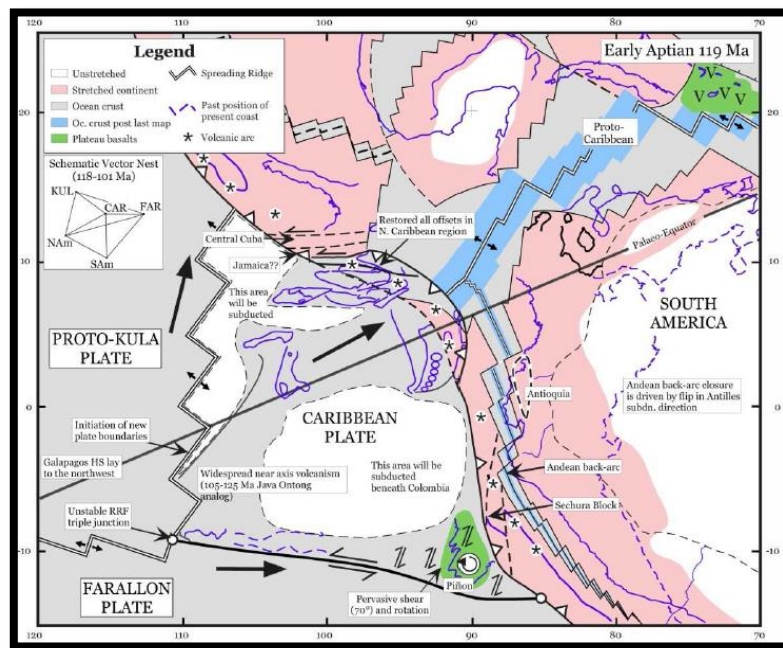
Figura 5. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Titoniano.



Fuente: Tomado de Gómez *et al.*(2009).

6.1.3.Barremiano – Aptiano temprano: Durante este período se deposita la Formación Río Negro. Gil & Martínez (1990) indican que ocurre sobre paleo depresiones configurando una topografía suave que favorece la depositación de carbonatos hacía el tope de la formación. Previo a la depositación de carbonatos existe un sistema de fosas tectónicas a lo largo de Suramérica (**Figura 6**);durante el Cretácico Temprano, se formaron tres surcos subsidentes importantes en el área de Venezuela: el Surco Táchira, el Surco Trujillo y el Surco Machiques, este último presente en la Serranía del Perijá (Zambrano *et al.*, 1975) (Gómez *et al.*, 2009).

Figura 6. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Aptiano.



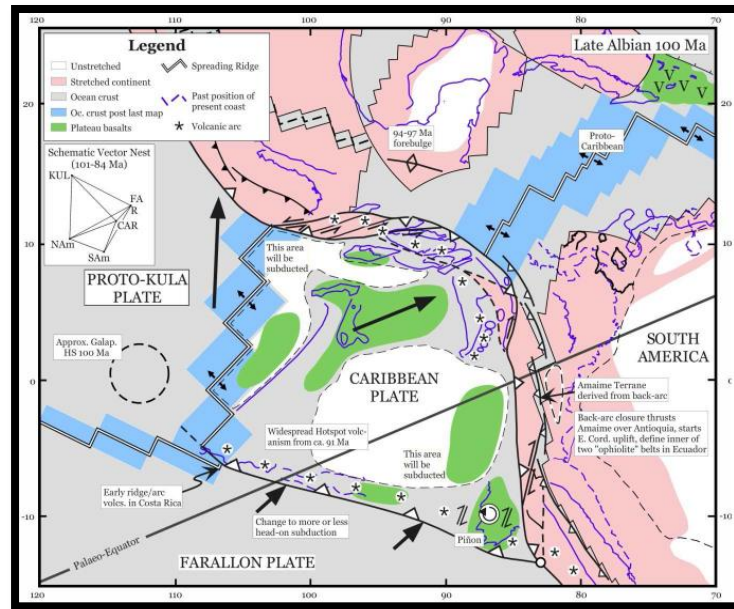
Fuente: Tomado de Gómez *et al.* (2009).

6.1.4. Aptiano tardío –Santoniano: Desde el Aptiano Tardío hasta el Albiano se deposita el Grupo Cogollo. Hernández (2003) Indica que la subsidencia es continua y se forma un ambiente de depósito marino, donde predomina la precipitación química de carbonato (**Figura 7**). Arias & Londoño (1999) indican que dicha depositación ocurre en una plataforma abierta con cambios faciales, debido a una mayor subsidencia hacia el sur. Gil & Martínez (1990), señalan que la plataforma sobre la cual se desarrolló el Grupo Cogollo tenía un delgado sustrato clástico de pendiente muy suave, que formó una rampa sobre la cual se generaron varios juegos de barras favorecidas por la alta influencia del oleaje, sin embargo, por debajo del nivel base de las olas de tormenta, se depositaron carbonatos y shales de condiciones euxínicas (Gómez *et al.*, 2009).

Posteriormente, el oleaje fuerte inundó la plataforma y formó pequeñas cuencas intraplataforma. Gil & Martínez (1990) determinaron que la Formación La Luna se depositó durante el Cenomaniano, sin embargo Hernández, (2003) extiende su

período de depositación durante el Turoniano, Coniaciano y posiblemente hasta el Santoniano, período en el que la subsidencia alcanza su máxima tasa, ocasionando una profundización del mar y con ello condiciones para la acumulación de calizas pelágicas.

Figura 7. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Albiano.



Fuente: Tomado de Gómez *et al.*(2009).

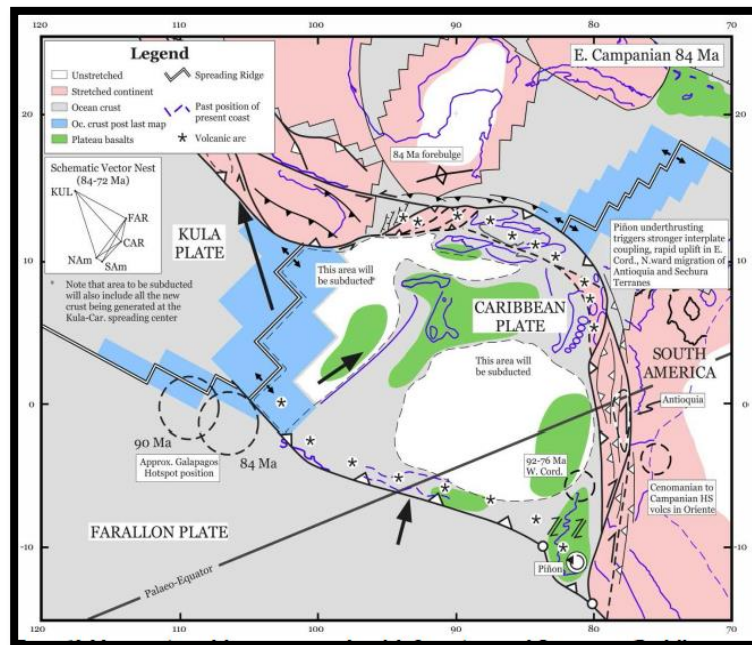
6.1.5. Campaniano – Maastrichtiano: Durante el Campaniano y Maastrichtiano se deposita la Formación Molino, en un ambiente marino profundo que continúa hasta el Campaniano Medio (Hernández, 2003 en Gómez *et al.*, 2009).

Para el Maastrichtiano, Bayona *et al.* (2007) indican que en el área de Ranchería los sedimentos de la Formación Molino provienen de la denudación del sector occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta. Villamil (1999), establece que en el área de Venezuela se deposita la Formación Tres Esquinas (con presencia de glauconita y fosfatos), cuya procedencia es el Cratón de Guyana. El mismo autor ubica un eje de depositación para el Campaniano, que se encuentra donde actualmente se ubica el piedemonte oriental de la Cordillera Central, la cual

comienza a levantarse levemente al igual que la Sierra Nevada de Santa Marta y el Macizo de Santander (Gómez *et al.*, 2009)(**Figura 8**).

En el área de Venezuela se depositan las Formaciones Mito Juan y Colón, de composición clástica de grano fino, producto del comienzo de la regresión generalizada para este período y el comienzo del acelerado levantamiento de la Cordillera Central (Villamil,1999). Este evento marca la fase Pre-Orogenia Andina, generando así un desplazamiento hacia el oriente del eje de depositación en la medida en que la Cordillera Central se levanta (Gómez *et al.*, 2009).

Figura 8. Marco tectónico del margen noroccidental de Suramérica en el Campaniano.

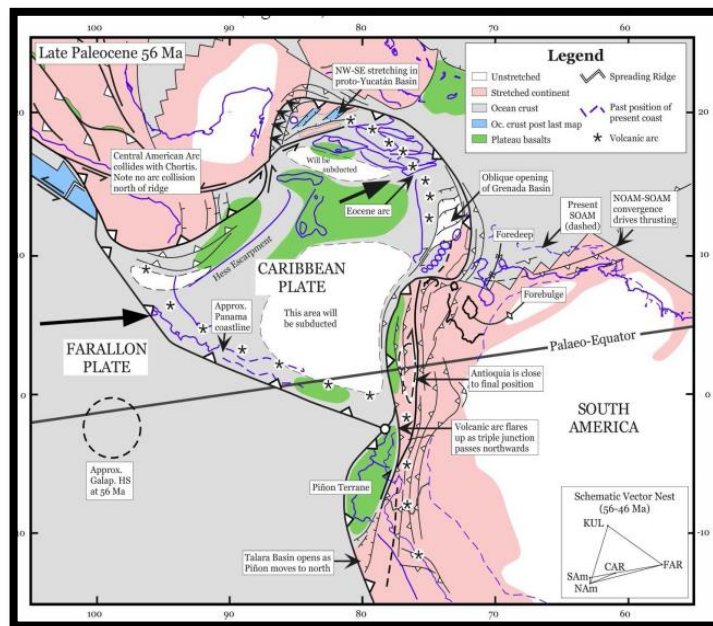


Fuente: Tomado de Gomez *et al.* (2009).

6.1.6.Paleoceno: Hernández (2003) indica que este período inicia con la depositación de las Formaciones Barco y Los Cuervos, en un ambiente continental producto de una lenta regresión mientras que en el área de Ranchería se depositan la Formaciones Hato Nuevo y Manantial en un ambiente marino durante el Paleoceno Temprano. Villamil (1999), reporta que la Cordillera Central continúa

levantándose, y presenta una asimetría, ya que su flanco occidental tiene un mayor ángulo que el flanco oriental, lo que indica que las Cordilleras Central y Oriental fueron sometidas a esfuerzos compresivos y como consecuencia de la deformación se produjo una discordancia hacia la base de la Formación Barco, que según el mismo autor, se encuentra entre el Maastrichtiano Tardío y el Paleoceno Temprano. En el Paleoceno Tardío se deposita la Formación Cerrejón (Gómez *et al.*, 2009).

Figura 9. Marco tectónico del noroccidente de Suramérica en el Paleoceno.



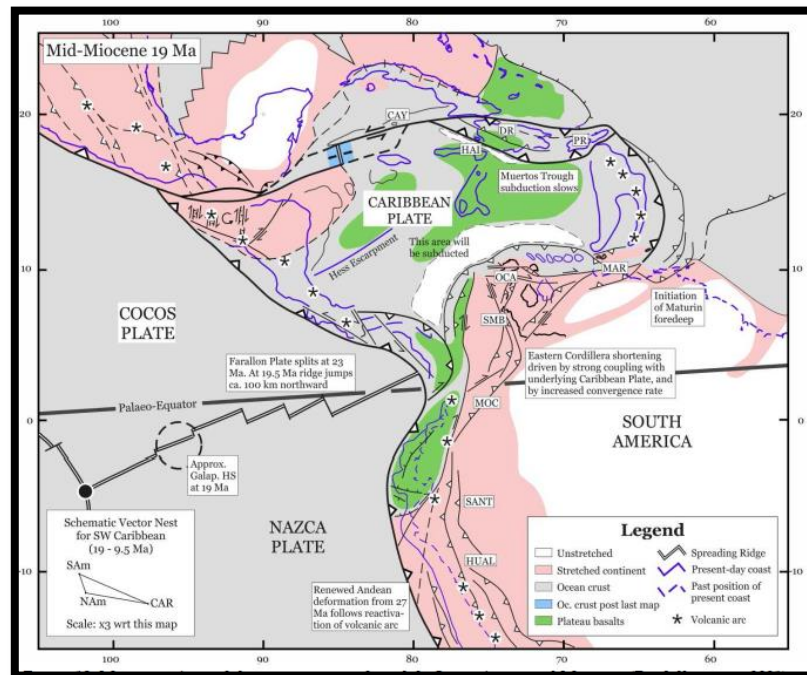
Fuente: Tomado de Gómez *et al.*(2009).

Bayona et al. (2007), reportan que en el Paleoceno Tardío ocurre la migración de un sistema deltaico hacia el oriente y de ciénagas para la Formación Cerrejón, período en el cual se han interpretado sistemas fluviales que parten de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, provenientes de un terreno metamórfico de medio a alto grado, con unidades magmáticas de carácter calcoalcalino y rocas volcánicas y sedimentarias que se extienden hasta el Oriente de Maracaibo (Gómez *et al.*, 2009)(Figura 9).

6.1.8. Mioceno – Pleistoceno: El Mioceno es el período de más rápido y mayor levantamiento de cadenas montañosas en Colombia y otras regiones de Suramérica. Este levantamiento favoreció las tasas de erosión y depositación sobre los flancos de las Cordilleras Oriental y Central.

Hernández (2003) reporta que el principal levantamiento de la Serranía del Perijá ocurrió durante el Mioceno Tardío–Plioceno, en la Orogenia Andina. El levantamiento de la Serranía del Perijá y de la Sierra Nevada de Santa Marta, causado por la convergencia de las placas Caribe, Suramérica y Nazca, originó las fallas transcurrentes de Bucaramanga–Santa Marta y de Oca, bajo un campo de esfuerzos compresivos orientados $N40^{\circ}W \pm 10^{\circ}$ (Cáceres *et al.*, 1980) (**Figura 11**).

Figura 11. Marco tectónica del margen noroccidental Suramérica en el Mioceno.



Fuente: Tomado de Gómez *et al.* (2009).

Finalmente, durante el Plioceno–Pleistoceno se formaron abanicos, terrazas y planicies aluviales que cubren el valle Cesar-Ranchería. La posición actual de

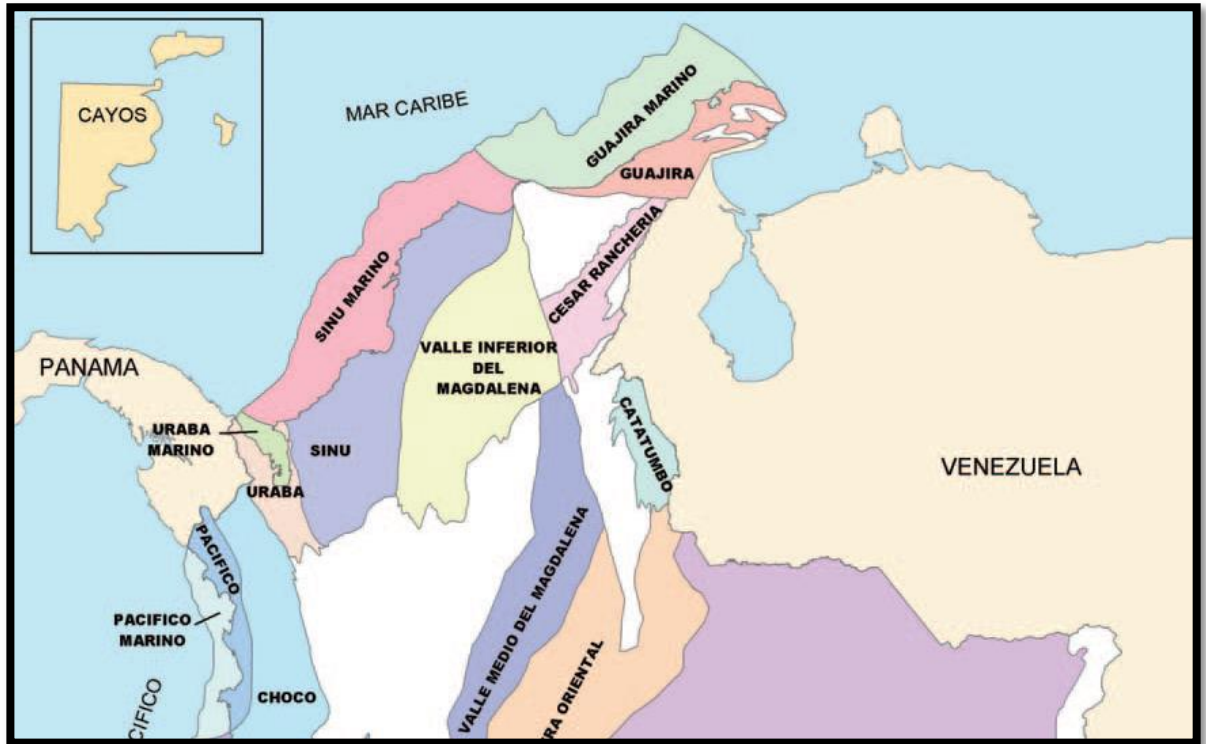
estos depósitos sobre el nivel base de los ríos (200m-300m) es evidencia de un rápido levantamiento producto de la deformación andina (Hernández, 2003).

6.2. Cuenca Cesar-Ranchería.

6.2.1. Generalidades: La Cuenca Cesar-Ranchería se encuentra ubicada al nororiente de Colombia, en los departamentos de Cesar y Guajira. Tiene una extensión de 11630 Km² (Gómez *et al.*, 2009), se encuentra limitada por importantes fallas de rumbo (**Figura 12**); al norte por la Falla de Oca, con un movimiento relativo dextral, afectando la morfología del costado norte de la Sierra Nevada de Santa Marta y limitando con la subcuenca de la Baja Guajira. Hacia el sur oriente, la falla de rumbo noroccidente – sur oriente, de tipo sinextral, conocidas como falla de Bucaramanga Santa Marta, separa la Cuenca del Cesar de las Subcuencas de Plato y San Jorge. La expresión morfológica de estas fallas es clara y de extensión regional (Graterol y Vargas, 2007).

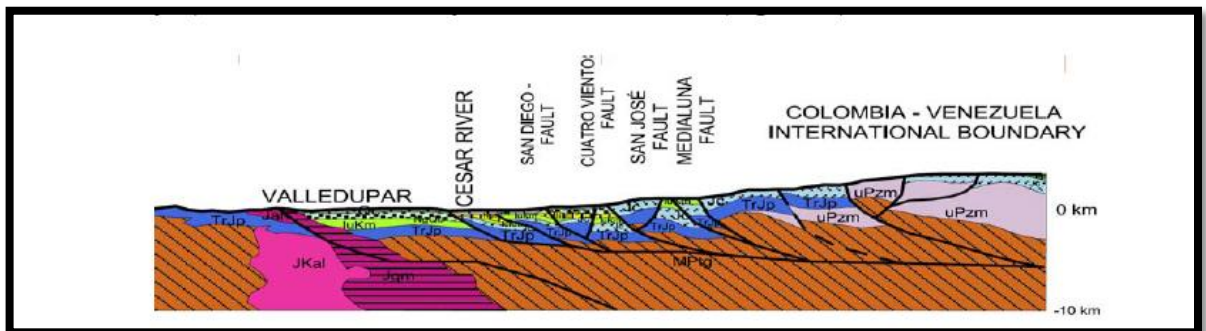
Regionalmente, la cuenca del Cesar – Ranchería, aparentemente hace parte de un sistema de cuencas transportadas tectónicamente o “Piggy Back Basin”, en el que los cinturones de cabalgamientos que controlan la extensión de la cuenca corresponden a la Sierra Nevada de Santa Marta al noroccidente y la Serranía de Perijá al sur oriente (**Figura 13**). Estos cinturones de cabalgamientos avanzan tectónicamente hacia el noroccidente (Kellog, 1984) en forma de cabalgamientos como la Falla del Cerrejón (Sistema de fallas de San Diego – Cuatro vientos). Bajo estas estructuras es posible encontrar pliegues asociados a fallas que afectan las secuencias sedimentarias Meso–Cenozoicas, formando estructuras potencialmente almacenadoras de hidrocarburos. En cuanto a la edad de estas fallas no existen datos precisos, sin embargo, teniendo en cuenta la evolución de la sedimentación de la cuenca, es posible plantear que estas fallas presentan su mayor actividad durante el intervalo Mioceno hasta el Holoceno, durante el levantamiento de la Serranía de Perijá (Graterol y Vargas, 2007).

Figura 12. Ubicación de la Cuenca Cesar Ranchería



Fuente: Modificado de Barrero et al. (2007)

Figura 13 Modelo estructural para la cuenca Cesar-Ranchería.

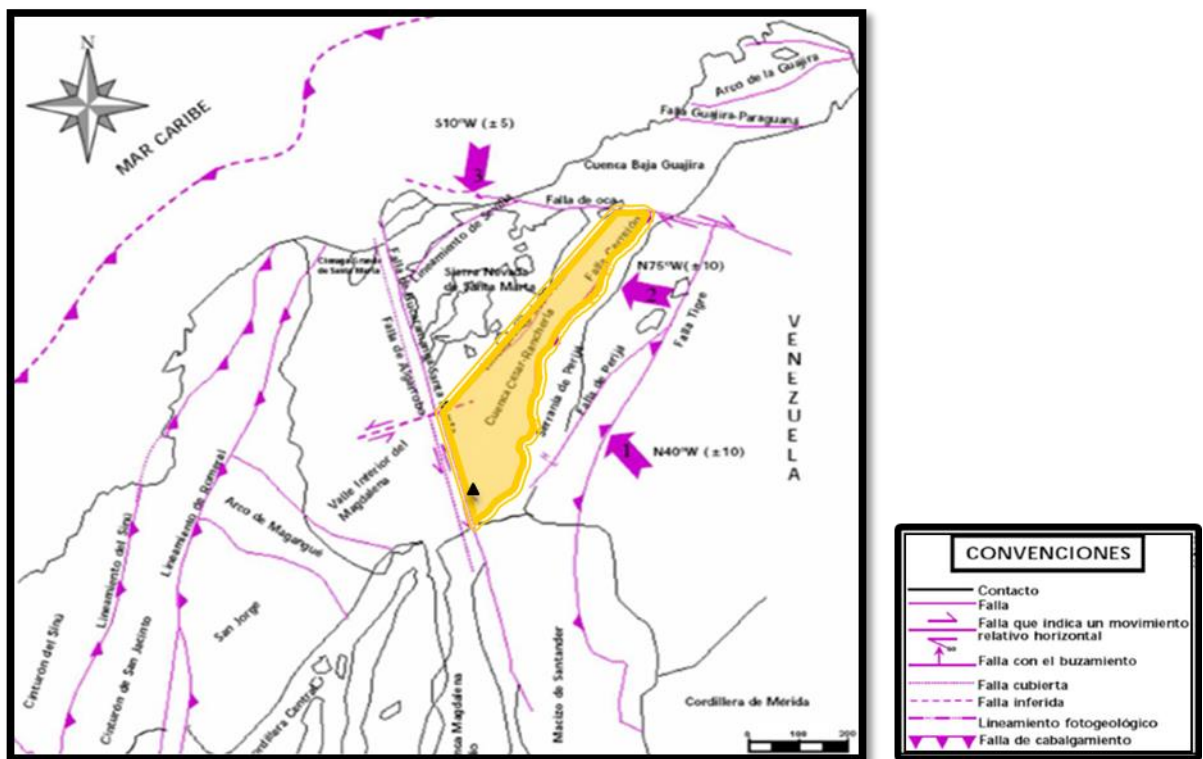


Fuente: Tomado de Graterol y Vargas (2007).

6.2.2. Geología Estructural: La Cuenca de Cesar-Ranchería es un cuenca asimétrica cuyo mayor espesor se encuentra hacia el sureste y su geometría está definida por la conjunción de tres placas tectónicas (Nazca, Caribe y Suramérica) (Ujueta & Llinas, 1990). Como resultado de la interacción de estas tres placas se

desarrollaron sistemas de fallas como el de Santa Marta-Bucaramanga y Oca y el levantamiento de la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta (Hernández, 2003). Cáceres et al. (1981) establecieron dos series de esfuerzos compresivos, el primero con rumbo $N40^{\circ}W \pm 5^{\circ}$ y el segundo con sentido $N75^{\circ}W \pm 10^{\circ}$. Además, Hernández (2003) establece un acortamiento de la Cordillera Oriental través de desplazamiento en las fallas Perijá (46km) y Boconó (50km) (**Figura 14**) (Gómez et al., 2009).

Figura 14. Marco tectónico del Norte de Colombia, con la dirección de los esfuerzos principales que afectan la cuenca Cesar-Ranchería.



Gomez et al., (2009)

Fuente: Tomado de Gómez et al.(2009)

6.2.2.1. Estructuras

a. Sinclinal de La Loma y Anticlinal de Tucuy: Hernández (2003) en Gómez *et al.* (2009) reporta que para el área de La Jagua de Ibirico estos pliegues presentan una dirección NE-SW, y afectan la secuencia de arenitas de grano grueso y los flancos presentan inclinaciones entre 13° y 18°, sin embargo, los buzamientos en las explotaciones alcanzan hasta los 35° en el cierre del sinclinal.

b. Sinclinal de Ranchería: Rodríguez & Londoño (2002) en Gómez *et al.* (2009) reportan que se encuentra al noreste del Cerro Cerrejón, con un rumbo N35°E.

c. Sinclinal Los Venados, Anticlinal de la Estancia, Anticlinal de Becerril: Hernández (2003) en Gómez *et al.* (2009) agrupa esta serie de pliegues como parte del costado occidental del Sinclinorio de la Jagua, y establece como rumbo principal NE-SW. El Anticlinal de Becerril se prolonga hacia el norte cerca al municipio de Becerril.

d. Sinclinal de La Jagua: Se encuentra aproximadamente 5km al nororiente del Municipio de La Jagua de Ibirico; es ligeramente asimétrico con buzamientos entre 10° y 35°, una longitud a lo largo del eje de aproximadamente 10,4Km y aproximadamente 4Km de ancho. Tiene una dirección N55°E±10°, y hacia el sur, la estructura es amplia y se cierra al norte con un cabeceo al oeste (Hernández, 2003, en Gómez *et al.*,2009).

e. Anticlinal de La Jagua: Es una estructura asimétrica ubicada al oriente de La Jagua de Ibirico; afecta principalmente rocas del Miembro Medio de la Formación Los Cuervos. El eje presenta una dirección de N25°E ±10° con un cabeceo de 3° hacia el norte. En el flanco oriental, las capas buzan entre 35° y 45° y en el flanco occidental entre 15° y 35°. Se encuentra fallado en su flanco oriental (Hernández, 2003, en Gómez *et al.* , 2009).

f. Sinclinal de Nueva Granada: Localizado en el sector oriental, hacia las estribaciones de la Serranía del Perijá con una orientación N35°E-N45°E. En el flanco occidental, los buzamientos de las capas están entre 20°-30° y en el flanco oriental entre 30°-60° (Gómez et al., 2009).

g. Falla de Santa Marta – Bucaramanga: Es una falla sinextral, con rumbo noroeste-sureste, tiene una longitud de 580Km y un desplazamiento lateral de 110Km a 115Km (Kellogg, 1981). Arias & Morales (1999) establecen un desplazamiento lateral de 100Km, e indican que según Tschanz et al. (1974), tuvo un desplazamiento vertical de 12Km a partir del Mioceno Medio (Gómez et al., 2009).

h. Falla de Oca: Rodríguez & Londoño (2002) reportan que la Falla de Oca se extiende aproximadamente por 300Km desde el extremo noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, donde se cruza con la Falla Santa Marta-Bucaramanga, hasta la isla de Toas y posiblemente, se prolonga hasta su intersección con la Falla Boconó en Venezuela, para posteriormente unirse con la Falla San Sebastián-El Pilar. Hernández (2003) indica que es una falla de rumbo con sentido dextral, con rumbo E-W y un desplazamiento de 20Km, Ujueta & Llinás (1990) en Gómez et al., (2009) establecen una longitud de 700Km, Rodríguez & Londoño (2002) establecen que los principales movimientos de la Falla Oca están relacionados al choque de la Placa Caribe con la Placa Suramericana y a la Orogenia Andina. Las evidencias de campo indican que se dieron a partir del Paleógeno y continúan hasta hoy (Gómez et al., 2009).

i. Falla de Ranchería: Ujueta & Llinás (1990) en Gómez et al., 2009 describen en el valle del Río Ranchería esta estructura, con una extensión aproximada de 22Km, entre el arroyo Conejo y un poco al sur de Roche, pero posiblemente tiene continuidad hacia el sur en el Departamento del Cesar. La falla se encuentra

parcialmente cubierta, tiene dirección noreste y constituye el límite sureste de la Sierra Nevada de Santa Marta (Gómez *et al.*, 2009).

j. Falla de Cerrejón: Es una falla de cabalgamiento de bajo ángulo ($15^{\circ} \pm 10^{\circ}$) con rumbo sureste y un desplazamiento mínimo de $1,7 \pm 0,6$ Km en la vertical y $7,8 \pm 2$ Km en la horizontal; puede conectarse al sur con la Falla de Manaure, donde permite que rocas del Jurásico y del Cretácico se encuentren por encima de rocas del Terciario. Durante la Orogenia Andina en el Plioceno la parte norte de Perijá fue levantada 4,5Km y cabalgada más de 16Km hacia el NW sobre la Falla Cerrejón (Kellogg, 1981, en Gómez *et al.*, 2009).

k. Falla de Perijá: Es una falla inversa de alto ángulo con dirección N18°E al sur y N26°E al norte; limita con la Serranía del Perijá al oriente, y se encuentra cabalgando sobre el Sinclinorio de la Jagua al occidente (Hernández, 2003, en Gómez *et al.*, 2009).

l. Falla de Arenas Blancas: Es una falla subvertical inversa con un trazo bien definido desde el oriente de La Jagua de Ibirico, prolongándose hacia el norte hasta la frontera con Venezuela en dirección N50°E; pone en contacto rocas Paleozoicas con Jurásicas y Cretácicas, y es más reciente que la Falla de Perijá (Hernández, 2003, en Gómez *et al.*, 2009).

m. Falla Nueva Granada: Falla con dirección N30-60°E, de alto ángulo y carácter inverso; limita al oeste con el flanco oriental del Anticlinal Nueva Granada (Hernández, 2003, en Gómez *et al.*, 2009).

Autor:El nombre de La Quinta fue usado por primera vez por Künding (1938) para describir las sedimentitas rojas ubicadas estratigráficamente entre el Pérmico y el Cretácico, en Los Andes de Mérida, Venezuela (Hernández, 2003).

Descripción Litológica: En la sección tipo Schubert *et al.*(1979), la Formación La Quinta consta de tres intervalos: ***intervalo inferior***, compuesto por una capa de toba vítrea de color violáceo, de aproximadamente 150 m de espesor; ***intervalo medio***, consistente de una secuencia interestratificada de toba, arenisca gruesa y conglomerática, limolita y algunas capas delgadas de caliza, de color verde, blanquesino, gris o violáceo (espesor aproximado: 840 m); y un ***intervalo superior***, formado por limolita y arenisca, intercaladas con algún material tobáceo, de color rojo ladrillo y marrón chocolate, de aproximadamente 620 m de espesor(PDVSA, 2011).

En Colombia en la Cuenca del Cesar la Formación la Quinta litológicamente se compone de rocas clásticas, asociadas con rocas volcanoclásticas, como tobas, brechas y pórfidos; areniscas arcósicas, lutitas, limolitas abigarradas, de color rojo, principalmente, con fractura concoidea, estratificación plano paralela, desde láminas delgadas hasta capas muy gruesas; conglomerados colorrojo, cuya composición de clastos varía devolcánicos a graníticos, metamórficos. Está constituido por sublitarenitas de grano fino a medio, friables, sublitoarenitas conglomeráticasde grano fino medio con intraclastos de limolitas rojas, intercaladas con limolitas grisverdosas y areniscas de grano fino grises, muestran estratificación ondulosa y plana paralela (Hernández, 2003).

Espesor: El espesor en la sección tipo cerca a La Grita (Venezuela)es de 2.300m (Künding, 1938). En las cuencas Cesar y Ranchería el espesor varía entre 2.500 y 4.000 m (Acevedo y Pérez, 1990, en Hernández 2003).

Contactos: En la sección tipo, la Formación La Quinta cubre discordantemente a filitas de la Formación Mucuchachí (Paleozoico Superior) y el contacto superior

con la Formación Río Negro (Cretáceo Inferior) corresponde a una discordancia paralela o paraconformidad (Schubert et al., 1979, en PDVSA, 2011). Con frecuencia, se encuentra en contacto fallado con unidades paleozoicas y mesozoicas (PDVSA, 2011).

En la cuenca del Cesar se considera que el contacto superior es de tipo para conforme con la Formación Río Negro (Kir), pero con evidencia sísmica se puede clasificar como discordante angular (García, 1990). El contacto inferior se cree que es discordante o fallado sobre rocas paleozoicas (García, 1990). El contacto superior con el Grupo Cogollo es también discordante (Hernández, 2003).

Edad y Correlación: De acuerdo con el contenido fosilífero, la Formación La Quinta se considera de edad Jurásico (Benedetto y Odreman, 1977; Schubert et al., 1979; Maze, 1984; Schubert, 1986, en PDVSA, 2011). Hargraves y Shagam (1969) en un estudio paleomagnético de la Formación La Quinta, en su localidad tipo, concluyeron que sólo la toba basal de la Formación, tiene un probable paleomagnetismo remanente primario Triásico. Maze (1984) publicó una lista de edades en rocas volcánicas asociadas con la Formación La Quinta, en la sierra de Perijá: 140-160 m.a. (O/Pb en circón), 156-174 m.a. (Rb/Sr en roca total), y 155 ± 5 y 146 ± 7 m.a. (k/Ar en roca total). Todo esto sugiere una edad jurásica para la Formación La Quinta (PDVSA, 2011).

Según el Léxico Estratigráfico de Venezuela (1970), la Formación La Quinta se correlaciona con el Grupo Cojoro de la península de la Guajira, y con el Grupo Girón de Colombia. Recientemente, Benedetto y Odreman (1977) en PDVSA (2011) correlacionaron a la sección tipo, con las Formaciones Macoíta, La Quinta y Conglomerado de Seco, en el flanco oriental de la sierra de Perijá, y con la Formación La Quinta en la región de Manaure (flanco occidental de la Sierra, Colombia). También la correlacionaron con la Formación Montebel, el Grupo Girón y la Formación Tambor (región de Arcabuco), y la Formación Bocas, Grupo Girón y Conglomerado Rojo (Río Lebrija), todas en la cordillera oriental de Colombia.

Ambiente: Con base en las estructuras sedimentarias, litología y distribución de las rocas piroclásticas, se puede postular que la secuencia de limolitas de la formación La Quinta, se originó en una planicie aluvial. En los intervalos inferiores y medio, la presencia de toba y conglomerado, indica levantamiento tectónico, un aumento en el gradiente, y una depositación de sedimentos mixtos (gruesos y finos), bajo un clima árido o semiárido. El cambio de color entre el intervalo medio (verde, gris, violeta) y el superior (marrón chocolate), se debe a la abundancia de toba en el primero. Se ha postulado que la depositación de lavas, desorganizó el drenaje y produjo condiciones de laguna o pantano locales, en las cuales existían condiciones reductoras y una depositación local calcárea. Cuando cesó la actividad volcánica, se restableció el drenaje y se depositó la secuencia de capas rojas superiores (PDVSA, 2011).

7.2. Grupo Cogollo.

Autor: Garner (1927) realizó la referencia original. Govea & Dueñas (1975) y García (1990) dividen el Grupo Cogollo en dos formaciones denominadas Lagunitas (parte inferior) y Aguas Blancas (parte superior) (Hernández, 2003).

Descripción Litológica: Su litología es variada. De base a tope se caracteriza por calizas densas, fosilíferas, con cantidades subordinadas de lutitas oscuras y pocas arenas calcáreas. En Perijá, se presenta un intervalo de calizas negras, bituminosas (Miembro Machiques) y luego por encima, calizas coquinoides, margosas y nodulares, una sección distintiva de arenitas, calizas glauconíticas, intercaladas con lutitas y un intervalo superior de calizas macizas, de color gris claro, con muchos moluscos, intercaladas con lutitas delgadas (PDVSA, 2011).

Formación Lagunitas: Neelands(1922) definió la unidad. La localidad tipo se encuentra en la quebrada Jaguey cerca de la población de Lagunitas, en el valle del río Ranchería. El espesor medido en el pozo Papayal-1 y Cerrejón- 1 fue de 290 y 285 m, respectivamente. Está compuesta por calizas fosilíferas, de capas

gruesas. Los fósiles que se encuentran son conchillas de pelecípodos, gasterópodos, corales y amonites (Hernández, 2003).

Formación Aguas Blancas: Fue primero definida por Haughton *et al.* (1945). La localidad tipo está localizada al suroeste de Valledupar en la quebrada Aguas Blancas. En la Cuenca del Cesar se dividen tres conjuntos (de base a tope): conjunto lodolítico calcáreo, conjunto arenoso y conjunto calcáreo superior. De acuerdo con Durham (1946) y Lill & Nugent (1950) éstos se han denominado como miembros Ánimas, Tucuy y Maracas, respectivamente (Hernández, 2003).

Espesor: El espesor del Grupo Cogollo en la sección tipo es de 370 m. Aunque Rod y Maync (1954) la consideran incompleta en 205 m, y dan mediciones de 835 m en caño Maraca (posiblemente aumentada por fallamiento) y 735 m en el río Yasa.

El Grupo Cogollo en la cuenca de Cesar mide aproximadamente 1.200 m de los cuales 750 m corresponden a los miembros Maracas (130 m), Tucuy (140 m) y Ánimas (380 m) de la Formación Aguas Blancas y los restantes 450 m pertenecen a la Formación Lagunitas (García, 1990, en Hernández, 2003).

Contactos: En la cuenca del Cesar el contacto superior del Grupo Cogollo correspondiente al Miembro Maracas es de tipo concordante con la Formación La Luna. El contacto inferior que corresponde a las formaciones Lagunitas con la Formación Río Negro es transicional. En las áreas donde la Formación Lagunitas suprayace directamente a la Formación La Quinta de edad Jurásico, el contacto es una discordancia angular de bajo ángulo (Cáceres *et al.*, 1980, en Hernández, 2003).

Edad y Correlación: La parte más basal comienza en el Aptiano-Barremiano? según la fauna representada por Renz (1956) en De Porta *et al.* (1974)

(*Ostreacyfax*, *Exogyra*, *Toxaster* sp. y *Choffatella decipiens*). Suprayaciendo se encuentra fauna que indica Aptiano tardío (*Chelonicerias*, *Pseudosaynellay* *Defrenoya*) y sobre estos se encuentran fósiles que señalan como edad de terminación para la depositación del Grupo Cogollo al Cenomaniano por la presencia de *Turrulites*, *Acanthoceras*, *Montelliceras*?, y *Calvoceras*? (Durham, 1946) y de *Orbitolina conicatexana* (Renz, 1956).

En la Cuenca del Catatumbo, el Miembro Maracas (Cogollo Superior) se correlaciona con la Formación Cogollo de Notestein et al. (1944) (en De Porta et al. 1974) y la Formación Capacho de Richards (1967) en De Porta et al. (1974), el Miembro Tucuy con la Formación Aguardiente, el Miembro Ánimas con la Formación Mercedes y la Formación Lagunitas con parte de la Formación Tibú. Las formaciones de la Cuenca del Catatumbo hacen parte del denominado Grupo Uribante. En la cuenca del Magdalena medio se correlaciona con las siguientes formaciones: Simití, Tablazo y Paja respectivamente (Hernández, 2003).

Ambiente: Bartok et al. (1981), en PDVSA (2011) consideran tres ambientes sedimentarios: deltaico, plataforma interna marina restringida y plataforma externa marina abierta, integrados en un modelo sedimentario.

7.3. Depósitos Cuaternarios Recientes: Los depósitos cuaternarios presentes en el área de estudio son diferenciables de las anteriores unidades litológicas no sólo por presentar edades más recientes, sino también porque los sedimentos que los conforman no se encuentran litificados, de allí que sus características geomorfológicas generalmente presenten superficies planas (Arias & Morales, 1999). Ellos están formados por gravas, arcillas y limos originados por fenómenos fluviales o lacustres que se concentran hacia los valles o forman grandes abanicos al borde de la cordillera producto de la desintegración de esta (Arias & Morales, 1999).

Llanuras aluviales (Qlla): La llanuras aluviales corresponden a los depósitos más recientes acumulados por las corrientes en la zona plana y semiplana; su expresión morfológica es una superficie horizontal (plana), donde sus componentes son observables en los cortes de ríos y quebradas (Arias y Morales, 1999).

Estos sedimentos, de espesores variables, se caracterizan por una granulometría fina, compuesta por arenas, limos y arcillas que generalmente están cubiertas por un delgado nivel de gravas finas de algunos centímetros de espesor (Arias y Morales, 1999).

8. MARCO TEÓRICO

8.1. PROCESOS SEDIMENTARIOS.

Las rocas sedimentarias se forman en la superficie de la tierra por procesos de erosión y alteración de rocas preexistentes, lo que supone su disgregación, la formación de detritus y la disolución de componentes en soluciones acuosas, el transporte de los mismos, el depósito de fragmentos de rocas, de organismos o material de precipitación (bio)(geo)química en zonas apropiadas (cauces de ríos, lagos, mares, etc.) y transformaciones originadas en el ambiente sedimentario o una vez enterradas por debajo de la superficie atmosférica o acuosa (transformaciones diagenéticas). Por esta razón, suelen presentar una disposición en capas denominada estratificación (Company, 2012)

Los procesos sedimentarios básicamente, corresponden a erosión(mecánica, química y biológica) en áreas fuente continentales, transporte por corrientes de agua (ríos), hielo (glaciares), o atmósfera (viento), depósito en cuencas deprimidas (lagos, deltas, estuarios, plataformas marinas relativamente someras, fosas y cuencas abisales), y compactación y diagénesis durante la formación en estas cuencas de pilas sedimentarias estratificadas que pueden llegar a tener miles de metros de espesor (Company, 2012)

8.1.1. Componentes de las rocas sedimentarias: Los procesos erosivos, de transporte, sedimentación y biológicos asociados a la formación de las rocas sedimentarias producen una gran cantidad de componentes constitutivos. Los componentes principales son:

a. Componentes Terrígenos o Clásticos: Cristales sueltos, fragmentos de cristales o fragmentos de rocas procedentes de rocas preexistentes por procesos

de alteración y disgregación. Su morfología y tamaño están directamente relacionados con el transporte sufrido desde el área fuente al área de depósito (Company, 2012)

b. Componentes Ortoquímicos: Materiales formados por precipitación química o bio-química directa en la propia zona de sedimentación, durante o inmediatamente después del depósito(Company, 2012)

c. Componentes Aloquímicos: Materiales de origen químico o bio-químico formados en la propia cuenca de sedimentación pero que se incorporan al sedimento como clastos. Estos materiales han podido sufrir un leve transporte dentro de la cuenca, pero su origen está muy relacionado con el de la roca sedimentaria donde se encuentra (Company, 2012)

La distinción entre precipitación química o bioquímica (para componentes ortoquímicos y aloquímicos) es a veces dudosa ya que el metabolismo de formas de vida macro y microscópicas implica el aprovechamiento de sustancias en disolución que finalmente acaban fijadas como o en precipitados directos o como sustancias sólidas en los esqueletos o partes duras de los seres vivos implicados. Esto aplica, sobre todo, al carbonato de calcio (calcita y/o aragonito) de los sedimentos. Por ello, es conveniente hablar de componentes procesos bio-geo-químicos para aludir a estos precipitados (Company, 2012)

8.1.2. Clasificación de las rocas sedimentarias: la clasificación general de las rocas sedimentarias planteada por Folk (1974), tiene un enfoque típicamente de origen y se basa en la presencia de los tres tipos de materiales sedimentarios, esta clasificación contempla los siguientes 5 grupos:

De acuerdo a su génesis las rocas sedimentarias se clasifican en: Rocas terrígenas (RT): constituidas principalmente por materiales terrígenos o

siliciclásticas donde se reúnen los siguientes tipos de roca; conglomerados, arenitas y lodolitas terrígenas (Cruz & Caballero, 2002).

Rocas Aloquímicas (A): compuestas principalmente por materiales aloquímicos donde se reúnen principalmente rocas como; calizas y dolomías fosilíferas, oolíticas, peletíferas o intraclásticas (Cruz & Caballero, 2002).

Rocas Aloquímicas Impuras (IA): las constituyen mezcla de materiales terrígenos y aloquímicos; shales, lodolitas, arcillolitas y arenitas terrígenas muy fosilíferas (más 50% de fósiles) (Cruz & Caballero, 2002).

Rocas Ortoquímicas (O): formadas principalmente por materiales ortoquímicos y dentro de ellas se encuentran; calizas y dolomías cristalinas, anhidrita y chert (Cruz & Caballero, 2002).

Rocas Ortoquímicas Impuras (IO): son agregados de materiales ortoquímicos y terrígenos (Cruz & Caballero, 2002).

Para el caso de estudio solo se describirán detalladamente las rocas terrígenas y carbonatadas.

8.1.2.1. Rocas Terrígenas (RT): las rocas terrígenas son rocas constituidas principalmente por más del 50% de materiales terrígenos (partículas o clastos). Según la clasificación textural se clasifican en; conglomerados, arenitas y lodolitas, esta clasificación sirve de base para la clasificación composicional (Cruz & Caballero, 2002).

Las RT se describen textural y composicionalmente:

En la textura de las RT se tiene en cuenta la granulometría (tamaño de grano), forma (redondez y esfericidad), el calibrado de los granos. El tamaño de los granos es la característica principal para clasificar texturalmente las RT, refleja la disponibilidad de rocas tanto sedimentaria, ígneas o metamórficas con los diferentes tamaños grava, arena y lodo, indica la resistencia que tienen los granos a la erosión y/o abrasión, además se pueden inferir los procesos que tuvieron lugar a lo largo del transporte y la depositación de los granos (Cruz & Caballero, 2002).

El diámetro del tamaño de grano puede variar desde fracciones de micrómetros hasta alcanzar bloques de muchos metros, los principales tamaños en escala son grava, arena y lodo, siendo la grava el tamaño de mayor diámetro y los lodos el tamaño de menor diámetro (Cruz & Caballero, 2002).

De manera general el tamaño de grano se clasifica de la siguiente manera:

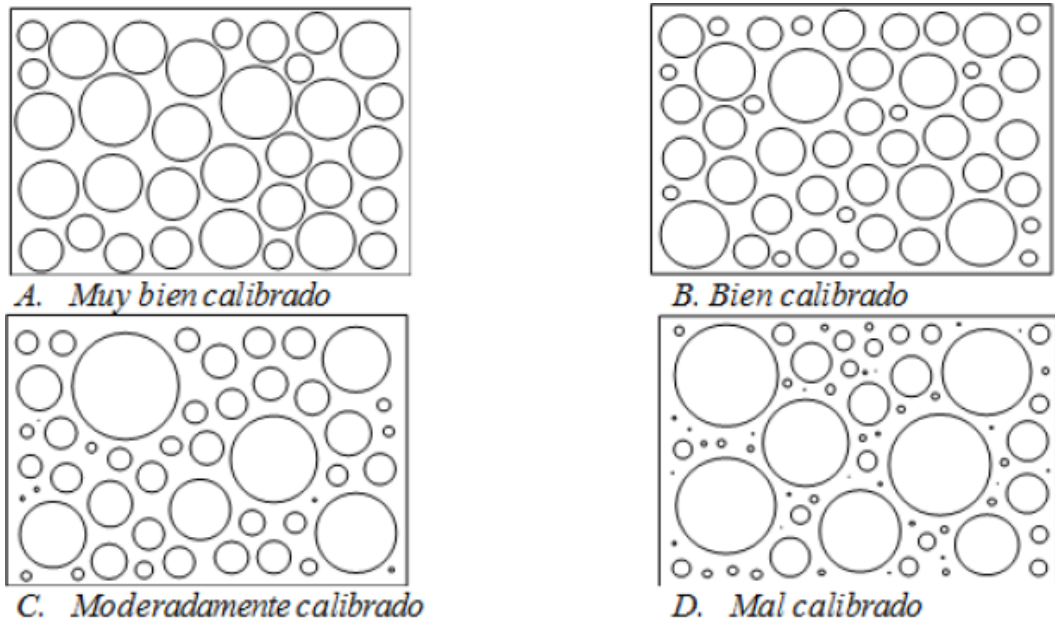
- * Grava: tamaños > 2 mm.
- * Arena: tamaño entre 2 – 0.0625 mm.
- * Lodo: tamaño entre 0.0625 – 0.00006 mm.

El tipo de granulometría se determina de acuerdo a la escala propuesta por Udden & Wentworth(1922),ver **Tabla 1**.

A continuación se describirán los parámetros texturales que se deben tener en cuenta para la clasificación de las RT:

La selección o calibrado y el armazón de las partículas indican la energía y la variación de la misma en la que fueron transportados y depositados los granos que conforman la roca sedimentaria (**Figura 16**).

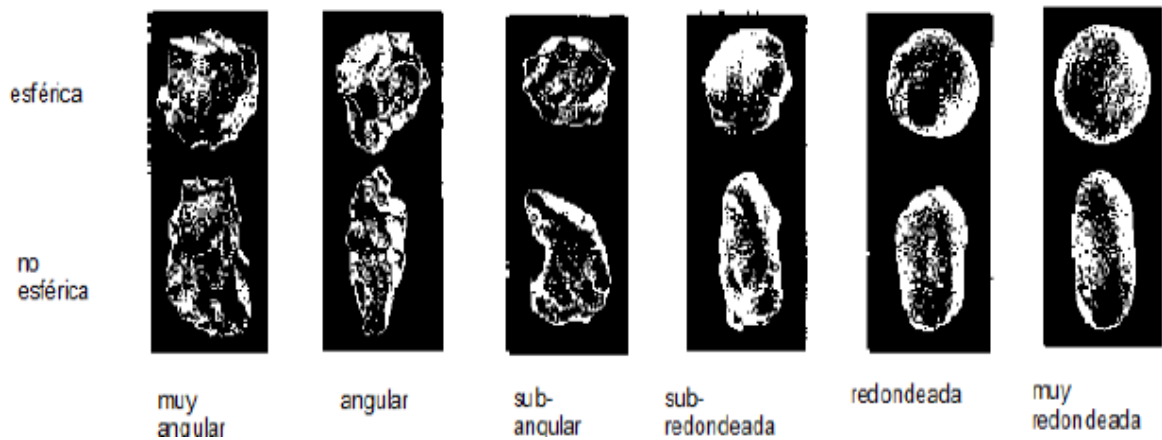
Figura 16. Figuras de selección o calibrado según Pettijhon (1949).



Fuente: Tomado de Cruz & Caballero (2002).

La forma de los granos (redondez y esfericidad) determina que tanto transporte que sufrieron las partículas antes de su depositación. **(Figura 17).**

Figura17. Términos de grado de redondez y esfericidad de las partículas según Powers (1953).

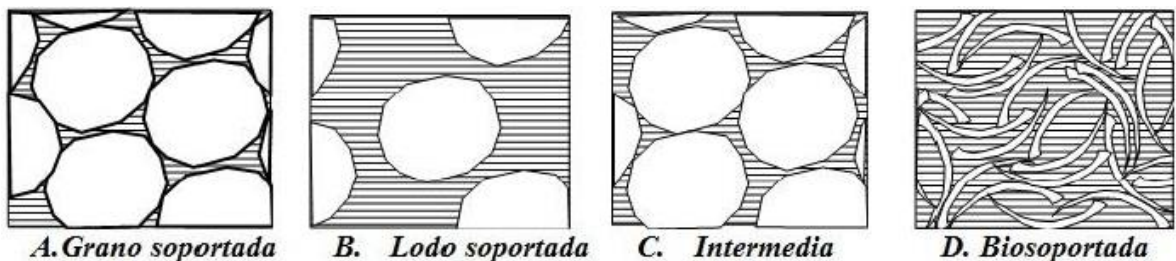


Fuente: Tomado de Cruz & Caballero (2002).

Cemento Sustancia mineral precipitada de soluciones, que se encuentra en los poros vacíos y actúa como ligante de los clastos, confiriéndole el grado de consolidación. Existen diferentes tipos de cemento: silíceos (cuarzo, calcedonia, ópalo), óxidos e hidróxidos de hierro (hematita, limonita), sulfatos (anhidrita, yeso) Y carbonatos (calcita, dolomita)(Muzio ,2012)

El armazón de las rocas indica el tipo de material que la sostiene representando los granos más grandes y/o abundantes (**Figura 18**); el armazón puede ser *lodo soportado* sí los granos más grandes y abundantes son de tamaño lodo, *gravo soportado* sí el tamaño de grano es arena o grava, este tipo puede ser *arena soportado* o *gravo soportado*, dependiendo sí el tamaño de las partículas es arena o grava respectivamente; por el contrario sí las partículas más abundantes son de material fósil el armazón se denomina *bio soportado* (Cruz & Caballero, 2002).

Figura18. Tipos de armazón de rocas sedimentarias.



Fuente: Tomado de Cruz & Caballero (2002).

Poros: Son los espacios intersticiales entre los clastos, que están vacíos. Se definen como el volumen de espacios vacíos en el volumen total de la roca (Muzio ,2012).

$$\text{Porosidad} = \frac{\text{volumen de espacios vacíos} \times 100}{\text{Volumen total de la roca}}$$

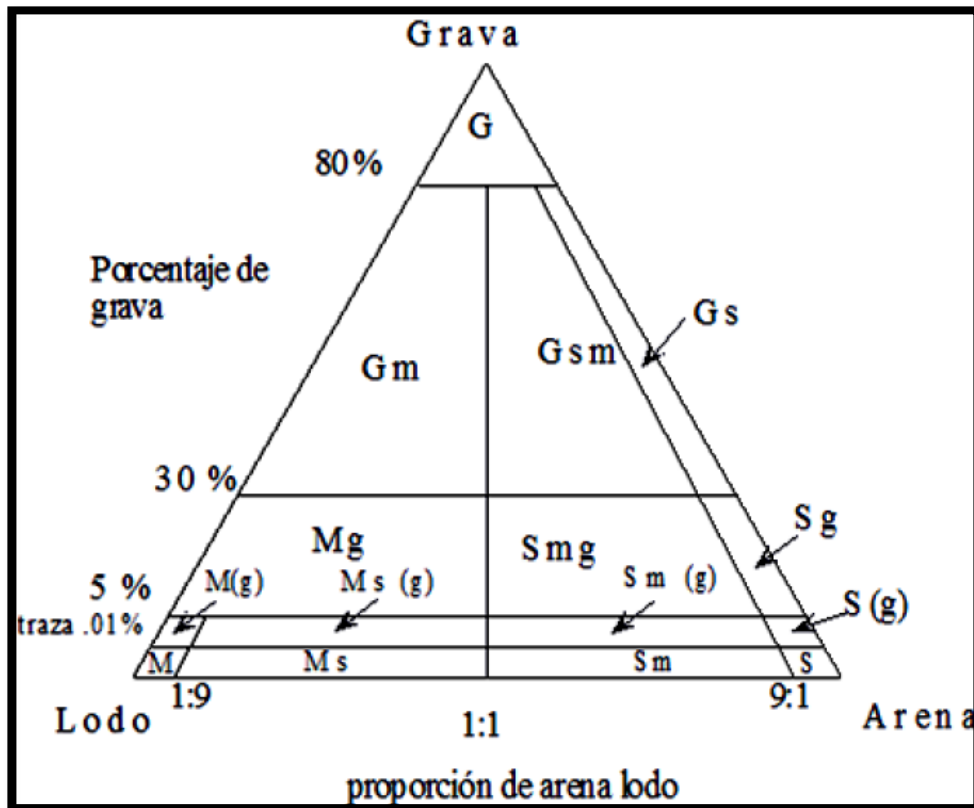
Tabla 1. Clasificación granulométrica de rocas terrígenas de Udden & Wentworth (1922).

ROCA SEDIMENTARIA		SEDIMENTO	mm	ϕ	
CONGLOMERADOS O PSEFITAS		Aglomerado	1024	-10	
			512	-9	
		Grava	Gruesa	256	-8
				128	-7
				64	-6
			Mediana	32	-5
				16	-4
				8	-3
		Sábulo		4	-2
				2	-1
ARENISCAS O PSAMITAS	Arena	Muy Gruesa	1	0	
		Gruesa	0,5	1	
		Mediana	0,25	2	
		Fina	0,125	3	
		Muy Fina	0,062	4	
			0,031	5	
PELITAS O LIMOLITAS	Limo	Grueso	0,015	6	
		Fino	0,0078	7	
	ARCILLITAS	Arcilla		0,0039	8
				0,0020	9

Fuente: Tomado de (Muzio ,2012)

8.1.2.1.1. Clasificación textural de las rocas terrígenas: Las RT se clasifican texturalmente con base en la presencia y a la cantidad en porcentajes de grava, arena y lodo; para ello existen diagramas que incluyen alrededor de quince grupos principales y otros grupos secundarios que dependen de la relación entre grava-arena, grava-lodo, arena-lodo, ver **Figura 19** y **Tabla 2**.

Figura 19. Diagrama triangular para la clasificación textural de las RT.



Fuente: Tomado de Cruz & Caballero (2002).

Sí los granos son de tamaño grueso (gravas) las rocas texturalmente corresponden a *conglomerados* y *brechas* y se caracterizan por presentar más del 30% de material tamaño grava dependiendo si los granos son redondeados o angulares; la presencia de gravas indican que el material fue transportado por corrientes con altas velocidades en el momento de la depositación (Cruz & Caballero, 2002).

Sí los granos son de tamaño intermedio (arenas) las rocas corresponden texturalmente a *arenitas* y se caracterizan por presentar un porcentaje menor del 30% de material tamaño grava y un porcentaje de arena mayor que lodo; es importante la relación arena-lodo debido a que indica la cantidad de remoción de material fino en el sitio de depositación (Cruz & Caballero, 2002).

Sí por el contrario los granos son de tamaño fino (lodos) la roca corresponde a una *lodolita*; las lodolitas presentan tamaños de granos limo y arcilla y estos son importantes de identificar para reconocer si este material corresponde a capas de fondo o a un frente de un sistema deltaico (Cruz & Caballero, 2002).

Tabla 2. Nomenclatura y terminología general para la clasificación textural de las RT con base en el tamaño de grano.

Clase textural	Clase textural mayor	Clase textural específica Ejemplos de uso
G	Grava	grava de guijarros A
	<i>Conglomerados</i>	<i>conglomerado de gránulos</i> B
Gs	grava arenosa	grava de guijarros arenosa
	<i>Conglomerado arenoso</i>	<i>conglomerado de cantos arenoso</i>
Gsm	grava arenolodosa	grava de gránulos arenolodosa
	<i>Conglomerado arenolodoso</i>	<i>conglomerado de guijos arenolodoso</i>
Gm	gravolodosa	grava de cantos limosa
	<i>Conglomerado lodoso</i>	<i>conglomerado de guijos lodoso</i>
Sg	arena gravosa	arena gruesa guijosa
	<i>arenisca conglomerática</i>	<i>arenisca muy fina granular</i>
Smg	arenalodo gravosa	arena fina limo guijosa
	<i>arenisca lodosa conglomerática</i>	<i>arenisca gruesa lodosa con cantos</i>
Mg	lodo gravoso	lodo guijarros
	<i>lodolita conglomerática</i>	<i>lodolita guijosa</i>
S(g)	arena ligeramente gravosa	arena media ligeramente granular
	<i>arenisca lig. Conglomerática</i>	<i>arenisca gruesa ligeramente guijosa</i>
Sm(g)	arenalodosa ligeram. Gravosa	arena media lodosa ligeramente guijosa
	<i>arenisca lodosa ligeram. conglomerática</i>	<i>arenisca fina limosa ligeramente guijarrosa</i>
Ms(g)	lodo arenoso ligeramente gravoso	lodo arenoso fino ligeramente granular
	<i>lodolita arenosa ligeram. conglomerática</i>	<i>arcillolita arenosa gruesa ligeramente guijosa</i>
M(g)	lodo ligeramente gravoso	arcilla ligeramente guijosa
	<i>lodolita lig. Conglomerática</i>	<i>lodolita ligeramente guijarrosa</i>
S	arena (especificar calibre)	arena fina bien calibreada
	<i>arenisca (especif. calibre)</i>	<i>arenisca gruesa pobremente calibreada</i>
Sm	arenalodosa	arena muy fina limosa bien calibreada
	<i>Arenisca lodosa</i>	<i>arenisca gruesa lodosa mal calibreada</i>
Ms	lodo arenoso	arcilla arenosa fina
	<i>Lodolita arenosa</i>	<i>lodolita arenosa gruesa</i>
M	Lodo	Limo
	<i>Lodolita (especif. estructura)</i>	<i>lodolita shale</i>
A materiales no consolidados (sedimentos)		
B materiales consolidados (rocas)		

Fuente: Tomado de Cruz & Caballero (2002).

Teniendo en cuenta los parámetros anteriormente descritos se le asigna una madurez textural a la roca.

La madurez textural en una roca sedimentaria consiste en que los sedimentos debido al transporte y por acción de la energía de las olas y las corrientes sufren erosión, abrasión y selección pasando por estados de madurez (Cruz & Caballero, 2002),**(Figura 20)**.

Existen cuatro estados de madurez: Inmaduro, submaduro, maduro y supermaduro.

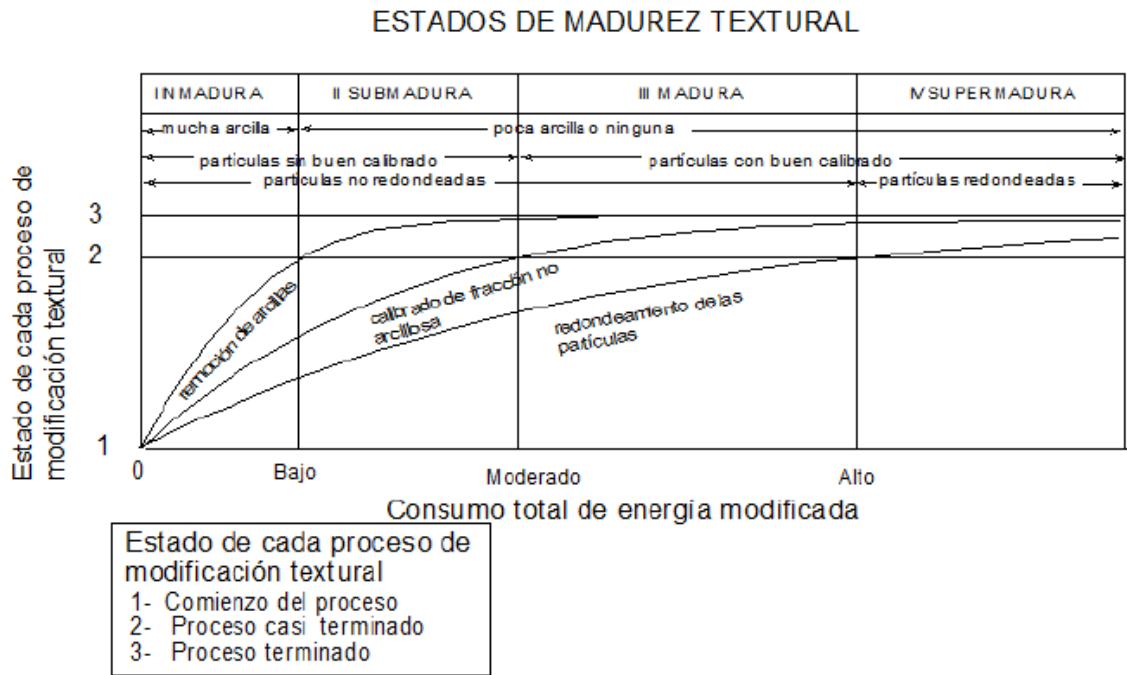
Estado de madurez, inmaduro: corresponde a rocas que contienen más del 5% de matriz arcillosa o terrígena y las partículas son usualmente pobremente calibrados y angulares (Cruz & Caballero, 2002).

Estado de madurez, submaduro: hace referencia a rocas que contienen menos del 5% de arcilla, pero sus granos son pobremente calibrados y no se encuentran bien redondeados (Cruz & Caballero, 2002).

Estado de madurez maduro: corresponde a una roca que contiene poca o ningún contenido de arcilla y las partículas que la constituyen son bien calibradas pero aun no redondeadas (Cruz & Caballero, 2002).

Estado supermaduro: hace referencia a rocas que no contienen arcilla y sus granos están bien calibrado y bien redondeados (Cruz & Caballero, 2002).

Figura20. Estados de madurez textural de los sedimentos con base en el calibrado, redondez, porcentaje del material arcilloso según Folk (1974).



Fuente: Tomado de Cruz & Caballero (2002).

8.1.2.1.2. Clasificación composicional de las RT: teniendo en cuenta la composición de los granos o partículas que componen la rocas, las RT se pueden clasificar composicionalmente en: Conglomerados, arenitas y lodolitas.

Conglomerados: son aquellas rocas que contienen más del 30% de partículas tamaño grava y según Friedman & Sanders (1978) se pueden dividir en; oligomícticos (la grava que la constituye es de la misma composición) y polimícticos (la grava presente en la roca es de diferente composición) (Cruz & Caballero, 2002).

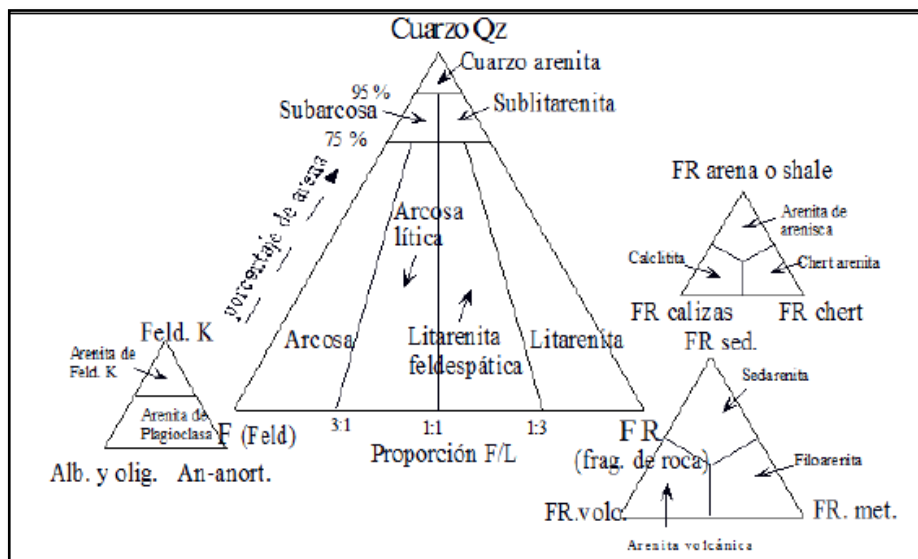
Arenitas: Para su clasificación se utilizan los diagramas propuestos por Folk (1974), y esta tienen en cuenta los tres tipos principales de partículas y los más abundantes como son el cuarzo, los feldespatos y los fragmentos de roca; de acuerdo a esto se clasifican composicionalmente en tres tipos de rocas:

cuarzoarenitas o *arenitas de cuarzo* constituidas principalmente por cuarzo, *litarenitas* constituidas principalmente por fragmentos de rocas y *arcosas* constituidas principalmente por feldespatos. Existen otros tipos de rocas intermedias que se nombran dependiendo de la variación de los componentes principales (Cruz & Caballero, 2002).

Lodolitas: se clasifican de acuerdo al tipo de mineral que se encuentra en mayor proporción, los minerales más comunes integrantes de la fracción lodo de las RT son; minerales arcillosos, cuarzo, feldespato y minerales orgánicos (Cruz & Caballero, 2002). Pero dado a que en muestra de mano es muy complicado determinar la composición de las lodolitas, estas suelen clasificarse en *arcillolitas* (si las partículas constituyentes son tamaño arcilla) y *limolitas* (si las partículas son tamaño limo).

A continuación se muestran los diagramas utilizados para clasificar composicionalmente las RT.

Figura 21. Diagrama triangular para la clasificación composicional de arenitas folk 1974.



Fuente: Tomado de Cruz & Caballero (2002).

8.1.2.2. Rocas Carbonatadas: Las rocas carbonatadas están compuestas por materiales formados en su mayoría en o muy cerca de la cuenca de sedimentación, por esta razón se conocen como rocas intrabasinales Friedman & Sanders, (1978). Se considera que corresponden a rocas con más del 50% de carbonato de calcio indistintamente de sus variedades (apatito, calcita alta en magnesio, calcita baja en magnesio o dolomita), la mayoría de las rocas carbonatadas son las calizas que están compuesta principalmente por calcita, sin embargo, existen rocas que pueden denominarse como calizas dolomíticas (calcita > dolomita), o dolomía calcítica o calcárea (calcita < dolomita) (Morales & Ortiz, 2013).

Al igual que las RT, las rocas carbonatadas también están compuestas por un armazón, una matriz y un cemento que se conocen como *componentes ortoquímicos*; mientras que en las rocas carbonatadas se encuentran partículas aloquímicas o materiales de tamaño arena o grava formadas de una forma diferente por materiales precipitados en una solución dentro de la cuenca conocidos como *componentes aloquímicos* (Morales & Ortiz, 2013).

A continuación se describirán los parámetros que se deben tener en cuenta durante la clasificación textural de las rocas carbonatadas, los cuales pueden dividirse en dos grupos; Componentes ortoquímicos y Componentes Aloquímicos;

Componentes Ortoquímicos: son materiales producidos químicamente dentro de la cuenca de depositación, por lo tanto no deben presentar evidencia de transporte, pertenecen a este grupo la matriz y el cemento.

La matriz o lodo calcáreo microcristalino o micrita está compuesta por granos de 1-4 micrómetros de diámetro por lo que no se pueden observar granos discretos en el microscopio sino más bien una masa subtraslúcida o casi opaca en sección

delgada, es equivalente al lodo en las RT y se considera como la matriz de las rocas carbonatadas (Cruz & Caballero, 2002).

Cemento o espar: Consiste en granos de calcita con diámetros mayores a los 10 micrómetros y se diferencia de la micrita porque es más clara y está compuesta por granos de diámetros mayores. Se encuentra rellenando poros, cavidades y fracturas y se considera como un cemento que ha sido formado después de la depositación de los sedimentos en la cuenca (Cruz & Caballero, 2002).

Componente aloquímicos: son materiales de tamaño arena o grava formados de manera diferente a la normal, son materiales depositados de una solución dentro de la cuenca pero “anormalmente”. Los aloquímicos han sido transportados generalmente como sólidos después de su formación, además tiene un grado de organización mayor que la de los materiales depositados normalmente a este grupo hacer parte; ooides, peloides, oncolitos, pisolito, bioclastos e intraclastos.

Ooides u oolitos. Son granos esféricos o elipsoidales, de diámetro menor de 2 mm, que presentan una estructura interna constituida por láminas concéntricas regulares de calcita desarrolladas alrededor de un núcleo de origen diverso (bioclasto, litoclasto) (Company, 2012).

Peloides. Son granos más o menos redondeados compuestos por micrita y no presentan estructura interna. Su origen es variado, pero una gran parte de ellos son productos fecales de animales comedores de fango, denominándose entonces *pellets* (Company, 2012)

Oncoides u oncolitos. Son granos redondeados de diámetro mayor de 2 mm que presentan una capa exterior laminada concéntrica sobre un núcleo de origen diverso. La formación de la capa superficial laminada se debe al crecimiento de

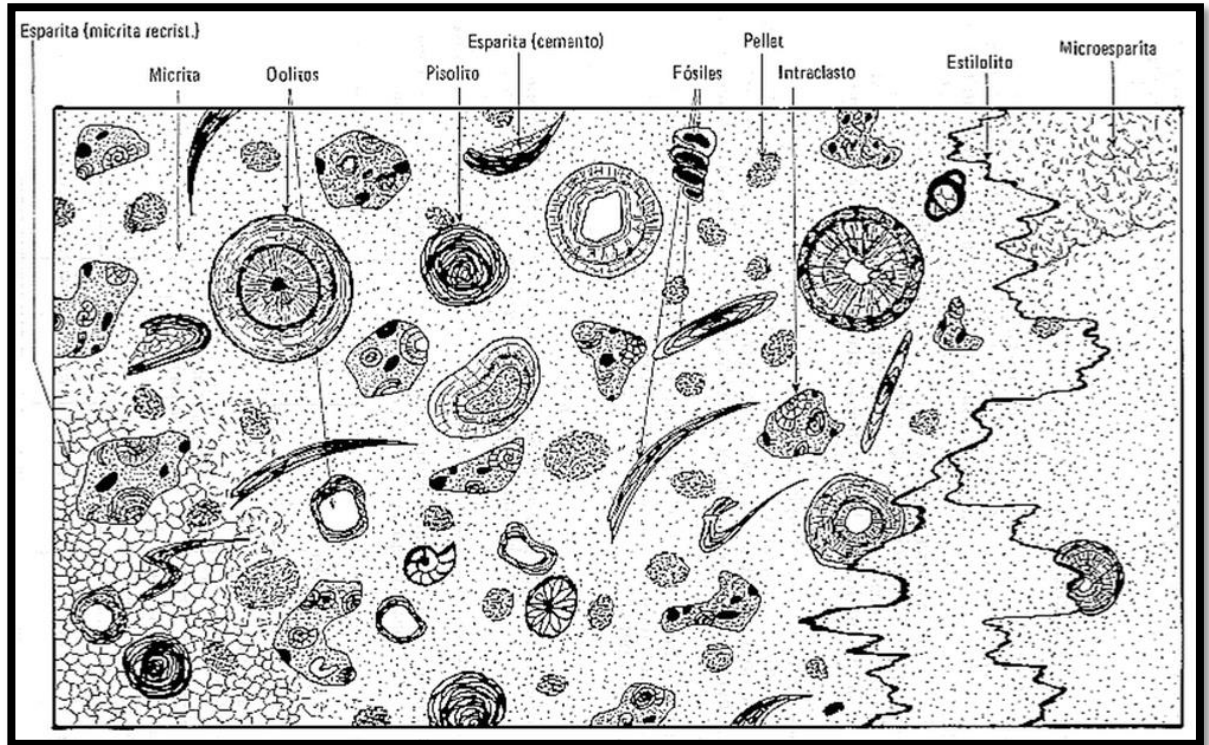
algas cianofíceas que atrapan material micrítico en suspensión y lo fijan sobre ellas (Company, 2012).

Pisoides o *pisolitos*. Son granos redondeados de diámetro mayor de 2 mm similares a los oncolitos, que presentan igualmente una capa exterior laminada concéntrica, pero cuyo origen es inorgánico, generalmente bajo condiciones subaéreas(Company, 2012).

Bioclastos (o *fósiles*). Son partículas esqueletalesresiduos completos o fragmentados de las partes duras de organismos secretores de carbonatos. Estas partes duras son generalmente conchas de una gran variedad de organismos (e.g. moluscos, gasterópodos, braquiópodos, equinodermos, artrópodos, foraminíferos, corales, algas). Las partes duras de estos organismos son originalmente de calcita o aragonito. En este último caso, al morir el animal y depositarse su esqueleto o partes duras en el fondo de la cuenca, el aragonito tiende a disolverse por ser inestable, dejando el molde de sus partes duras. Estos huecos son normalmente rellenos por aguas ricas en CO_3Ca disuelto, precipitándose calcita esparítica. Cuando las partes duras no han sufrido ningún tipo de modificación, pueden observarse la estructura interna original de la misma (Company, 2012).

Intraclástos. Son fragmentos de sedimentos carbonatados que fueron depositados sobre la cuenca y que posteriormente fueron re movilizadas (re trabajados) para dar granos sedimentarios nuevos. Su morfología y composición puede ser muy variada, incluyendo cualquier tipo de aloquímicos y ortoquímicos en cualquier proporción. Sin embargo, al tener la misma edad geológica que el sedimento que los contiene, deben de presentar asociaciones de fósiles compatibles con el mismo (Company, 2012).

Figura 22. Aspecto microscópico de los principales componentes ortoquímicos y aloquímicos de las rocas carbonatadas.



Fuente: Tomado de (Company, 2012)

8.1.2.2.1. Clasificación de rocas carbonatadas según Folk (1974): Según Folk (1974) las rocas carbonatadas se clasifican de acuerdo a los componentes ortoquímicos que la componen o según los componentes texturales como son el lodo calcáreo microcristalino o micrita y/o el cemento esparítico o espar (Morales & Ortiz, 2013).

Folk (1974) clasifica las calizas como en cuatro tipos: Caliza tipo I, II, III y IV, descritas a continuación (**Figura 23**).

Calizas tipo I: Designadas como rocas como Aloquímicas esparíticas o esparitas, y consisten principalmente de constituyentes aloquímicos cementados por espar; se infieren que son rocas que han sido depositadas por corrientes fuertes o lo suficientemente persistentes para lavar el lodo calcáreo lo cual no permitió la

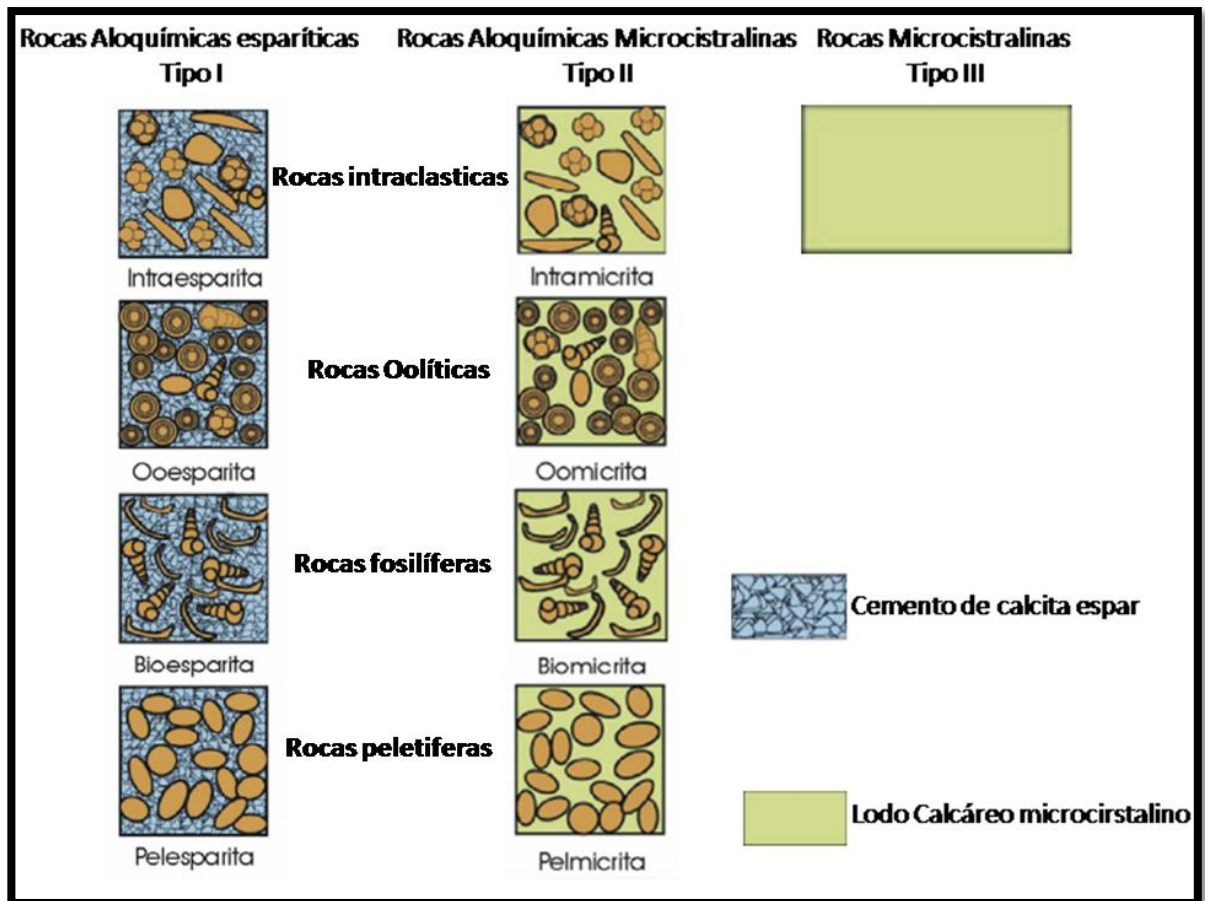
deposición de matriz y por el contrario los poros fueron cementados por precipitación de espar (Cruz & Caballero, 2002).

Calizas tipo II: Designadas como rocas Aloquímicas microcristalinas, que consisten principalmente de aloquímicos y lodo calcáreo microcristalino o micrita; se infiere que para la formación de este tipo de roca las corrientes no fueron lo suficientemente fuertes para lavar todo el lodo calcáreo dejándolo como matriz dentro de la roca, el cemento espar es poco o nulo debido a que no habían poros para ser rellenados (Cruz & Caballero, 2002).

Calizas tipo III: Designadas como rocas microcristalinas, que consisten principalmente de lodo calcáreo sin presencia de aloquímicos ni espar; se infiere que las corrientes fueron muy bajas como para lixiviar el lodo calcáreo y además que las tasas de precipitación de lodo calcáreo fueron muy altas (Cruz & Caballero, 2002).

Calizas tipo IV: Designadas como rocas biohermales, que consisten principalmente de estructuras orgánicas que crecieron in situ y se conocen como biolitos.

Figura 23. Clasificación Textural de las rocas carbonatadas según Folk (1974).



Fuente: Modificado de Auqué et al. (2012).

8.1.2.2.2. Clasificación de rocas carbonatadas según Dunham (1962): los criterios para la clasificación de Dunham se basan en la abundancia de los materiales gruesos o del lodo calcáreo. La racionalidad de esta clasificación es que admite graficar los cambios en la tasa de producción de partículas tamaño arena en relación con la tasa de acumulación de lodo calcáreo en aguas quietas el lodo está en disposición de asentarse y quedarse allí. Por esto las rocas que se forman de lodo originalmente contrastan con las que carecen del mismo, independiente del tamaño o número de partículas tamaño arena. Esta relación entre partículas arena y lodo calcáreo distingue un sedimento originalmente

depositado en aguas quietas de otro depositado en aguas agitadas (Cruz & Caballero, 2002).

La clasificación de Dunham propone dos categorías basadas en un concepto complementario al comentado anteriormente: (I) materiales que se formaron juntos Boundstone y (II) materiales que no lo hicieron (Cruz & Caballero, 2002).

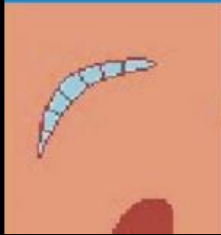




Existen 2 categorías para el grupo II: (IIA) aquellas que en el ambiente de depositación consisten en tamaños arena o partículas más grandes en contacto unas con otras (grano soportadas) y (IIB) aquellas que en el ambiente de depositación consisten de lodo calcáreo en el cual las partículas de tamaño arena o más gruesas se encuentran embebidas en el lodo calcáreo (lodo soportadas) (Cruz & Caballero, 2002).

En el grupo II A de grano soportadas existen dos tipos: (II A1) calizas granosoportadas que carecen de lodo calcáreo, denominadas Grainstone y (II A 2) calizas granosoportadas pero que contienen lodo, denominadas Packstone (Cruz & Caballero, 2002).

El grupo II B o calizas lodo soportadas se subdivide en dos clases: (II B 1) calizas lodo soportadas que contienen menos del 10% de partículas tamaño arena o mayores, denominadas Mudstone y (II B 2) calizas que contienen más del 10% de partículas tamaño arena o mayores, denominadas Wackstone (Cruz & Caballero, 2002).

Boundstone: los componentes originales enlazados en vida, la fábrica primaria ha sido destruida por recristalización (Cruz & Caballero, 2002).

Figura 24. Clasificación de rocas calcáreas de acuerdo a la textura deposicional, según Dunham (1962).

Componentes originales no enlazados durante el depósito				Componentes originales enlazados
Con matriz (carbonato de tamaño arcilla o limo fino)		Sin matriz y granosostenida		
Sostenida por la matriz		Granosostenida		
Menos del 10% de granos	Más del 10% de granos			
MUDSTONE	WACKESTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	BOUNDSTONE
				

Fuente: Modificado de Auqué et al. (2012)

8.2. PROCESOS IGNEOS.

Las **rocas ígneas** (latín *ignius*, "fuego") se forman cuando el magma (roca fundida) se enfría y se solidifica. Si el enfriamiento se produce lentamente bajo la superficie se forman rocas con cristales grandes denominadas rocas plutónicas o intrusivas, mientras que si el enfriamiento se produce rápidamente sobre la superficie, por ejemplo, tras una erupción volcánica, se forman rocas con cristales invisibles conocidas como rocas volcánicas o extrusivas (Wikipedia, 2013).

La cristalización es el proceso de generación de los cristales de los distintos minerales que componen las rocas ígneas e intervienen los siguientes factores de cristalización:

- * Descenso de temperatura (del material en proceso de consolidación).
- * Descenso de presión (del material en proceso de consolidación).
- * Variación del tiempo (durante el proceso de consolidación).
- * Espacio (disponible para la consolidación, está directamente vinculado con el punto siguiente lo cual determina el tamaño del cristal).
- * Material a cristalizar (la cantidad de material en proceso de consolidación) (Lera, 2011).

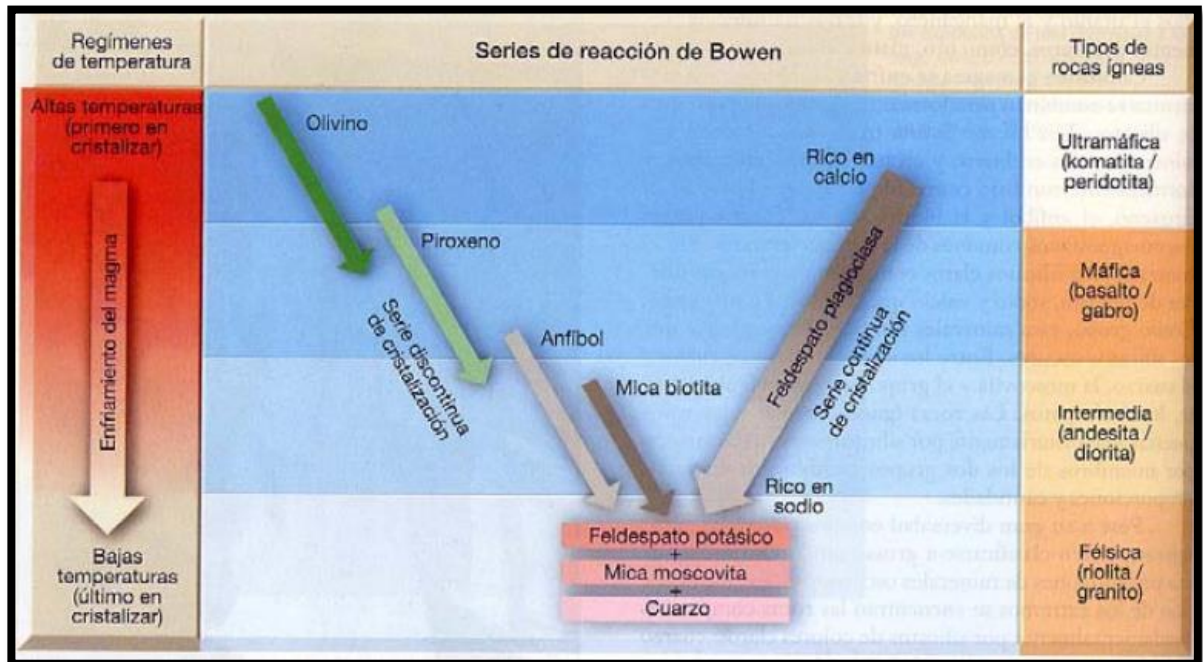
Bowen demostró que, conforme se enfría un magma basáltico, los minerales tienden a cristalizar con un determinado orden que está en función de sus puntos de fusión.

Durante el proceso de cristalización la composición del fundido cambia continuamente. El fundido carecerá casi por completo de hierro magnesio y calcio. La eliminación de esos elementos hará que se enriquezca en sodio, en potasio y en aluminio.

La cantidad de sílice del fundido se enriquece conforme evoluciona el magma.

Bowen demostró también que si los componentes sólidos de un magma permanecen en contacto con el fundido restante, reaccionarán químicamente y evolucionarán. Esta disposición de minerales fue reconocida como serie de reacción de Bowen(Figura 25).

Figura 25. Serie de Reacción de Bowen.



Fuente: Tomado de Pontificia Universidad Católica de Chile(2008).

Hay dos ramas:

***Serie de reacción discontinua.** La rama izquierda de la serie de reacción de Bowen demuestra que, conforme un magma se enfría, el olivino reaccionará con el fundido restante para formar piroxeno.

***Serie de reacción continua.** La rama derecha de la serie de reacción, muestra que los cristales de plagioclasa rica en calcio reaccionan con los iones sodio en el fundido para enriquecerse progresivamente en ellos.

8.2.1. Componentes de las Rocas ígneas: las rocas ígneas se clasifican mediante dos criterios fundamentales: la abundancia de las especies minerales primarios principales y la abundancia de los elementos químicos. (Company, 2012).

Para la clasificación de las rocas ígneas deben seguirse las recomendaciones dadas por la Subcomisión para la Sistemática de las Rocas Ígneas de la IUGS (Unión Internacional de Geociencias). Estas recomendaciones pueden encontrarse en: Le Maitree *et al.* (2002); *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks*; Cambridge University Press.

Abundancia de las especies minerales principales: La abundancia (en volumen) de un mineral en una roca se denomina abundancia modal. La moda de una roca es, por tanto, la abundancia volumétrica de sus minerales constituyentes expresada en porcentajes sobre cien (% vol) (Company, 2012).

Los minerales se clasifican en:

Minerales primarios (o singenéticos, formados durante procesos magmáticos).

Pirogenéticos: Formados directamente a partir del fundido magmático.

Minerales de reacción: Se forman por las reacciones de los minerales pirogenéticos con el fundido residual.

Minerales xenógenos: formados al asimilarse fragmentos de rocas encajantes en el magma.

Minerales secundarios o postmagmáticos: Minerales formados en procesos hidrotermales, metasomáticos o metamórficos que afecten la roca.

Desde el punto de vista de su abundancia, los minerales se clasifican en:

Minerales principales: Aquellos cuyo contenido es superior al 5% en la roca.

Minerales de segundo orden: (accesorios mayores) con contenidos entre el 2 y 5% en la roca.

Minerales accesorios: Su contenido es inferior al 2% en la roca.

Para clasificar una roca ígnea en base a su moda, se utilizan diagramas ternarios en los que se representan los contenidos de minerales primarios (no se utilizan los secundarios, formados después de la cristalización del magma).

En los diagramas ternarios se utilizan los siguientes parámetros:

Q: Polimorfos de SiO₂ (típicamente cuarzo, aunque también tridimita y cristobalita en algunas rocas ígneas cristalizadas a altas temperaturas).

A: Feldespato alcalino, incluyendo feldespato potásico (sanidina, ortosa y/o microclina) y albita (término de la serie de las plagioclasas con porcentajes molares de anortita entre 0 y 5 %).

P: Plagioclasa (todos los términos de la serie de las plagioclasas con porcentajes molares de anortita entre 95 y 100 %) y escapolita.

F: Feldespatoideos (leucita, pseudoleucita, nefelina, analcima, sodalita, noseana, kalsilita, haiiyana, cancrinita).

M: Minerales máficos (micas, anfíboles, piroxenos, olivino), minerales opacos en luz transmitida (magnetita, ilmenita), epidota, allanita, granate, melilita, monticellita, carbonatos primarios y accesorios (circón, apatito, titanita, etc).

Desde el punto de vista de las clasificaciones modales, los minerales de los grupos Q, A, P Y F comprende los minerales félsicos, (de "fel" y "si", acrónimos de feldespatos, feldespatoideos, minerales del Si, o sea, minerales ricos en Si, Al, Ca, Na, y K) y los minerales del grupo M son máficos (de "m" y "f", acrónimos de los elementos Mg y Fe, o sea, minerales ferromagnesianos).

Desde el punto de vista del índice de color se utiliza el porcentaje de minerales máficos M' (= M menos moscovita, apatito, carbonatos primarios).

Hololeucocrática: 0-10%, leucocrática: 10-35%, mesocrática: 35-65%, melanocrática: 65-90% y holomelanocrática: 90-100%

8.2.2. Clasificación de las rocas ígneas: Según cómo y dónde se enfría el magma se distinguen dos grandes tipos de rocas ígneas, las plutónicas o intrusivas y las volcánicas o extrusivas.

Rocas plutónicas o intrusivas: Las rocas plutónicas o intrusivas se forman a partir de magma solidificado en grandes masas en el interior de la corteza terrestre. El magma, rodeado de rocas preexistentes (conocidas como rocas caja), se enfría lentamente, lo que permite que los minerales formen cristales grandes, visibles a simple vista, por lo que son rocas de "grano grueso".

Las intrusiones magmáticas a partir de las cuales se forman las rocas plutónicas se denominan plutones, como por ejemplo los batolitos, los lacolitos, los sills y los diques.

Las rocas plutónicas solo son visibles cuando la corteza asciende y la erosión elimina las rocas que cubren la intrusión. Cuando la masa de rocas queda expuesta se denomina afloramiento. El corazón de las principales cordilleras está formado por rocas plutónicas que cuando afloran, pueden recubrir enormes áreas de la superficie terrestre (Wikipedia, 2013).

Rocas volcánicas o extrusivas: Las rocas volcánicas o extrusivas se forman por la solidificación del magma (lava) en la superficie de la corteza terrestre, usualmente tras una erupción volcánica. Dado que el enfriamiento es mucho más rápido que en el caso de las rocas intrusivas, los iones de los minerales no pueden organizarse en cristales grandes, por lo que las rocas volcánicas son de grano fino

(cristales invisibles a ojo desnudo), como el basalto, o completamente amorfas (una textura similar al vidrio), como la obsidiana. En muchas rocas volcánicas se pueden observar los huecos dejados por las burbujas de gas que escapan durante la solidificación del magma (Wikipedia, 2013).

En el presente proyecto nos centraremos en la clasificación de las rocas volcánicas o extrusivas.

8.2.2.1. Rocas Extrusivas: el término “volcanoclástico” se refiere a materiales clásticos compuestos en parte o totalmente de fragmentos volcánicos, formados por cualquier mecanismo de formación de partículas (piroclásticas, epiclasticas, autoclásticas), transportado por cualquier mecanismo, depositado en cualquier ambiente fisicogeografico o mezclado con fragmentos no volcánicos o volcanoclásticos de otro tipo en cualquier proporción (Fisher *et al.*,1991, en Mantilla 2003).

Los fragmentos volcanoclásticos se dividen en dos grandes grupos; fragmentos piroclástico y fragmentos epiclásticos.

Fragmentos piroclásticos: se dividen en juveniles, connatos y accidentales.

Los fragmentos juveniles son los formados directamente del enfriamiento del magma durante el transporte previo a la depositación, y se subdividen en: piroclástos, piroclástos y autoclastos. Los piroclástos son aquellos fragmentos tipo cristales individuales, fragmentos de cristales, fragmentos de vidrio, roca o mezcla de estos. Los hidroclástos son partículas de vidrio que se forman por la interacción magma agua durante extrusiones sub-acuosas o subglaciales. Los autoclastos son fragmentos formados fundamentalmente por fricción mecánica o movimiento del flujo de lava (Mantilla, 2003).

Los fragmentos connatos son fragmentos de roca que se forman previo a la actividad volcánica, pero que han sido eyectados con otros componentes piroclásticos durante una erupción tardía (Mantilla, 2003).

Los fragmentos accidentales son aquellos fragmentos derivados por lo general del basamento subvolcánico y pueden estar compuestos por una gran variedad de rocas (Mantilla, 2003).

A pesar de las distintas variedades genéticas de los fragmentos piroclástico antes citados, para fines de clasificación de rocas y depósitos volcanoclásticos, solo se tiene en cuenta fundamentalmente el tamaño y la forma de los fragmentos piroclástico (bombas, bloques, lapilli y ceniza) (Mantilla, 2003).

Los fragmentos epiclásticos: son aquellos cristales, fragmentos de cristales, vidrio y roca que han sido liberados de cualquier tipo de rocas consolidadas preexistentes (volcánica o no, ígnea o no) por meteorización o erosión y transporte desde su lugar de origen, sea por gravedad, aire, agua o hielo (Smichd, 1981, en Mantilla, 2003).

8.2.2.2. Clasificación de las rocas Volcanoclásticas: las rocas o depósitos volcanoclásticos se dividen según el contenido de fragmentos piroclásticos y epiclásticos en:

a. Depósitos (Tefra) y Rocas Piroclásticas: > 75% de fragmentos piroclásticos. Ver **Tabla 3.**

b. Tobas: 25%-75% de fragmentos piroclásticos **Tabla 4.**

c. Rocas y Depósitos volcanosedimentarios: <25% de fragmentos piroclásticos **Tabla 5.**

**Tabla 3. Clasificación y nomenclatura de rocas y depósitos piroclásticos(a)
Depósitos de buen sorting.**

Tamaño de fragmentos en mm	Tamaño dominante de los fragmentos piroclásticos	Depositos y Rocas piroclásticas (Pir. >75%)	
		Tefra (material NO consolidado)	Rocas Piroclásticas (material consolidado)
64	Bomba (redondeada) Bloque (anguloso)	Tefra de bombas Tefra de bloques	Aglomerado (redonda) Brecha piroclástica
2	Lapilli	Tefra de lapilli	Toba de lapilli
1/16	Ceniza gruesa	Tefra de ceniza gruesa	Toba de ceniza gruesa
1/256	Ceniza fina	Tefra de ceniza fina	Toba de ceniza fina

Fuente: Modificado de Mantilla (2003).

Tabla 4. Clasificación y nomenclatura de tobas (b).

Tamaño de fragmentos en mm	Tamaño dominante de los fragmentos piroclásticos	Tobas (Pir. 25%-75%)	
		Material NO consolidado	Material consolidado
64	Bomba (redondeada) Bloque (anguloso)	Aglomerado tobáceo	Conglomerado tobáceo
2	Lapilli	Arena tobácea	Arenisca tobácea
1/16	Ceniza gruesa	Limo tobáceo	Limolita tobácea
1/256	Ceniza fina	Arcilla tobácea	Arcillolita tobácea

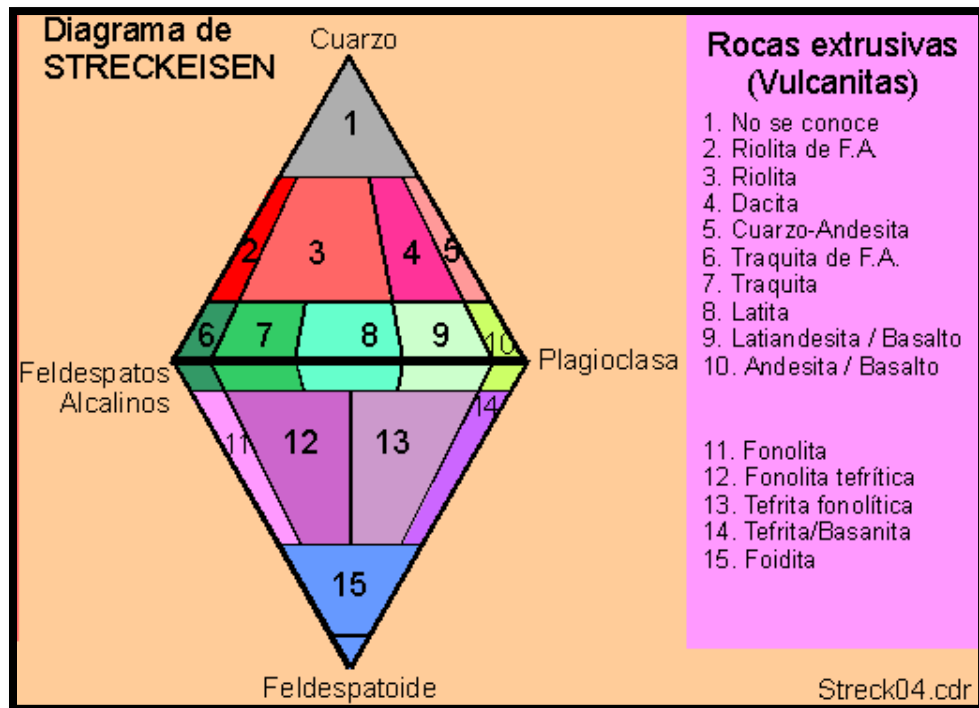
Fuente: Modificado de Mantilla (2003).

Tabla 5. Clasificación y nomenclatura de Rocas y depósitos volcanosedimentarios (c).

Tamaño de fragmentos en mm	Tamaño dominante de los fragmentos piroclásticos	Tobas (Pir. 25%-75%)	
		Material NO consolidado	Material consolidado
64	Bomba (redondeada) Bloque (anguloso)	Aglomerado tobáceo	Conglomerado tobáceo
2	Lapilli	Arena tobácea	Arenisca tobácea
1/16	Ceniza gruesa	Limo tobáceo	Limolita tobácea
1/256	Ceniza fina	Arcilla tobácea	Arcillolita tobácea

Fuente: Modificado de Mantilla (2003).

Figura 26. Diagrama QAFP para la clasificación de rocas volcánicas.



Fuente: Modificado de Lera (2011).

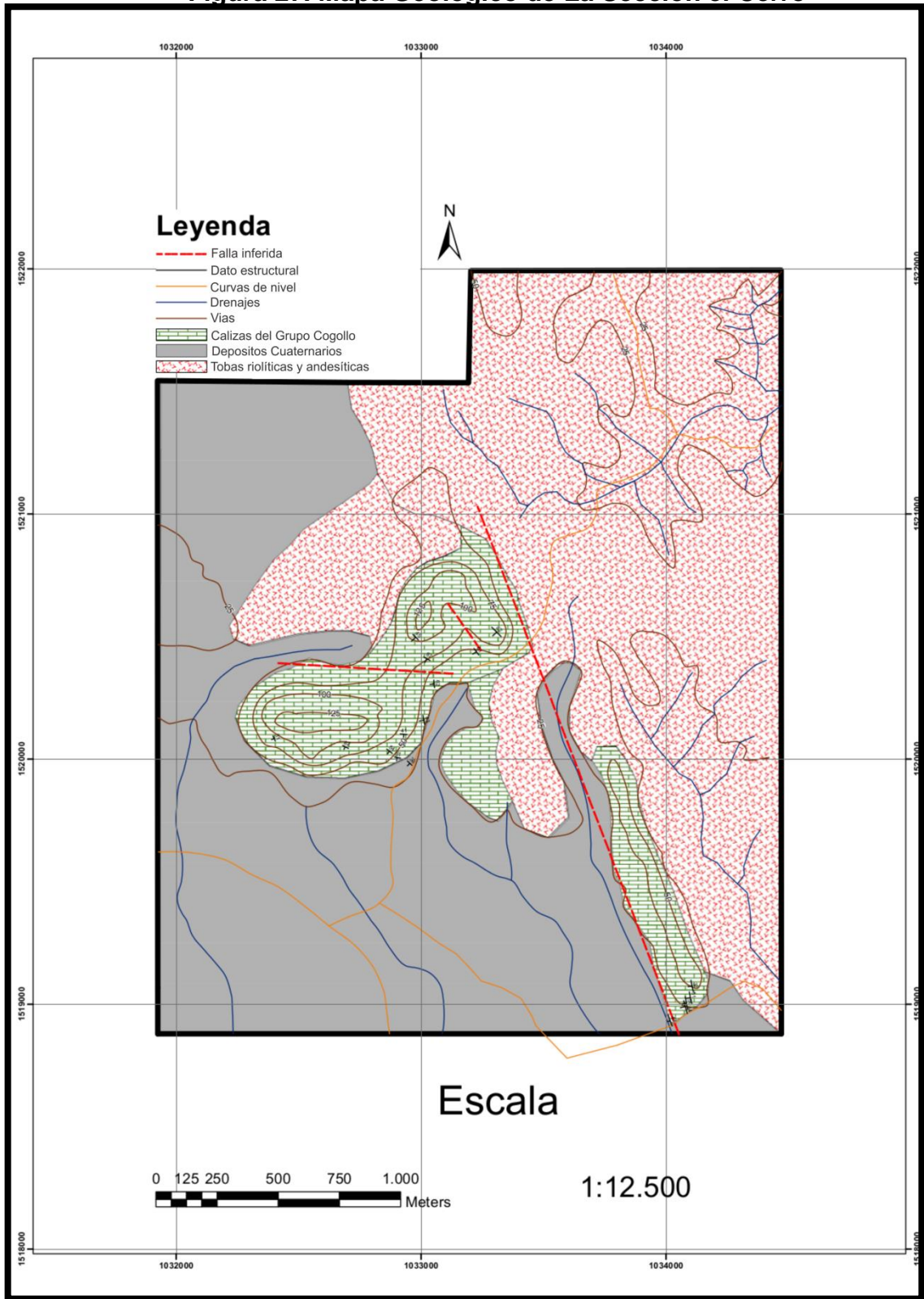
9. GEOLOGÍA DE LA SECCIÓN EL CERRO

La sección el Cerro se encuentra ubicada la cuenca Cesar-Ranchería, específicamente en el departamento del Cesar hacia el nororiente del Municipio de Chimichagua. En el área de trabajo se reconocieron 2 unidades geológicas: Formación La Quinta y Grupo Cogollo, las cuales serán descritas a continuación:

La Formación La Quinta litológicamente está constituida por rocas terrígenas como; arcosas, limolitas y limolitas calcáreas de color vino tinto y fractura concoidea, Sublitarenitas y arenitas calcáreas asociadas con rocas volcanoclásticas tipo tobas de composición andesítica, riolíticas y riodacíticas, en toda la zona de estudio la Formación la Quinta muestra una estratificación muy pobre, se encuentra altamente fractura por lo que es difícil establecer planos de estratificación, ver **Tabla 6**.

El Grupo Cogollo en la zona de estudio está compuesto por Calizas en su gran mayoría Grainstone Calcáreo de color gris que se presentan en capas macizas de un espesor promedio de 1,5 metros, el armazón de estas calizas está constituido por fragmentos, conchillas desarticuladas y articuladas de bivalvos, , con fragmentos de roca, en menor proporción se presentan niveles de Packstone calcáreo de restos vegetales y restos algales, el espesor de dichos Packstone no supera los 60 centímetros Ver **Tabla 7** y capítulo 9.1 estratigrafía, en donde se describe el Grupo Cogollo segmento por segmento.

Figura 27. Mapa Geológico de La Sección el Cerro



Fuente: Autores

Tabla 6. Clasificación composicional de las muestras tomadas en campo para la formación la quinta.

Muestra	Coordenadas		Clasificación
	X	Y	
EP-1	1033341	1520442	Toba riolítica cristalina de ceniza gruesa
EP-2	1033441	1520518	Roca Volcanosedimentaria
EP-3	1033473	1520681	Roca Volcanosedimentaria
EP-4	1033866	1521194	Toba riolítica de lapilli
EP-5	1033943	1521431	Roca Volcanoclastica con fragmentos líticos
EP-12	1032949	1521011	Toba riolítica cristalina de ceniza gruesa
EP-13	1033719	1521659	Toba riolítica de ceniza gruesa
EP-14	1033403	1521777	Toba dacítica de lapilli
EP-15	1033384	1521779	Toba riolítica cristalina de lapilli
EP-16	1033601	1520757	Toba riolítica de lapilli
EP-25	1033924	1519856	Toba riolítica de lapilli
EP-26	1034094	1519856	Toba riolítica de lapilli
EP-31	1033759	1520794	Toba riolítica de ceniza gruesa
EP-32	1033907	1520581	Toba riolítica de lapilli
EP-33	1033612	1520449	Toba andesítica de ceniza gruesa
EP-34	1033876	1521195	Toba riolítica de ceniza gruesa
EP-35	1033876	1521195	Toba riolítica de ceniza gruesa
EP-36	1033511	1520890	Toba riolítica de ceniza gruesa
EP-37	1033511	1520890	Toba andesítica de ceniza gruesa
EP-38	1033511	1520890	Toba riolítica-andesítica de ceniza gruesa
EP-40	1033339	1519763	Toba andesítica de ceniza gruesa

Fuente: Autores

Tabla 7. Clasificación composicional de las muestras tomadas en campo para el Grupo Cogollo.

Muestra	Coordenadas		Clasificación
	X	Y	
EP-6	1032324	1520531	Sublarenita
EP-7	1032381	1520602	Limolita Calcárea
EP-8	1032504	1520664	Cuarzo arenita calcarea fina bien calibrada
EP-9	1032574	1520718	Arcosa lítica muy mal calibrada
EP-10	1032644	1520818	Limolita
EP-11	1032642	1520820	Mudstone
EP-17	1034020	1518922	Grainstone calcareo de bioclastos de bivalvo y conchas desarticuladas de bivalvo
EP-18	1034020	1518922	Grainstone calcáreo de conchas desarticuladas de bivalvos
EP-19	1034020	1518922	Grainstone calcáreo de conchas articuladas y desarticuladas de bivalvo
EP-20	1034020	1518922	Grainstone calcáreo de conchillas desarticuladas de bivalvo y fg de conchillas
EP-21	1034020	1518922	Grainstone calcáreo de conchillas desarticuladas de bivalvo y fg de conchillas
EP-22	1033946	1519027	Grainstone calcáreo de conchillas desarticuladas de bivalvo y fg de conchillas
EP-23	1033381	1519353	Grainstone calcáreo de conchillas desarticuladas de bivalvo y fg de conchillas
EP-24	1033381	1519353	Packstone calcáreo de fg de conchillas y espículas de equinodermos
EP-27	1034080	1519016	Grainstone de restos vegetales
EP-28	1034085	1519031	Brecha calcárea
EP-29	1034100	1519049	Grainstone calcáreo de restos algales
EP-30	1034108	1519063	Grainstone calcáreo de fg de roca
EP-39	1033255	1519765	Grainstone calcáreo con material terrigeno
EP-41	1032973	1519975	Grainstone calcáreo de restos vegetales
EP-42	1032916	1520004	Grainstone calcareo de bivalvos del orden ostreidos
EP-43	1032916	1520004	Grainstone calcareo de bivalvos del orden ostreidos y glycymeris
EP-44	1032916	1520004	Grainstone calcareo de bivalvos del orden ostreidos y glycymeris
EP-45	1032607	1520111	Grainstone de restos vegetales
EP-46	1032492	1520116	Grainstone de cnidarios
EP-47	1032944	1520099	Grainstone de bivalvos del orden ostreidos
EP-48	1033054	1520291	Grainstone de restos vegetales
EP-49	1033327	1520499	Grainstone de restos vegetales
EP-50	1033332	1520523	Grainstone de restos vegetales
EP-51	1033214	1520505	Brecha calcárea
EP-52	1033206	1520534	Grainstone
EP-53	1033098	1520507	Packstones de bivalvos del orden ostreidos
EP-54	1033075	1520501	Grainstone de bioclastos de bivalvos
EP-55	1033412	1520074	Grainstone de bioclastos de bivalvos y conchas desarticuladas de bivalvos

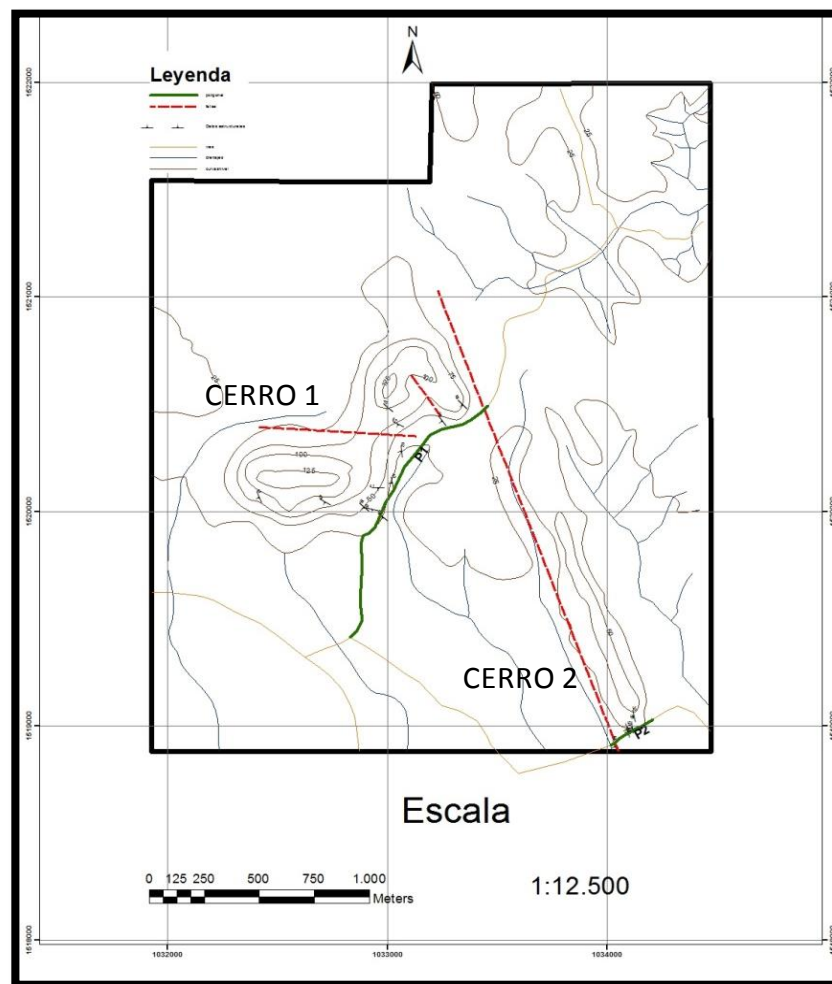
Fuente: Autores

En los recuadros rojos se señalan las muestras a las cuales se les realizo sección delgada.

9.1. Estratigrafía: Para la realización de las columnas estratigráficas de los cerros 1 y 2 fue necesario el levantamiento y posterior balanceo de 2 poligonales.

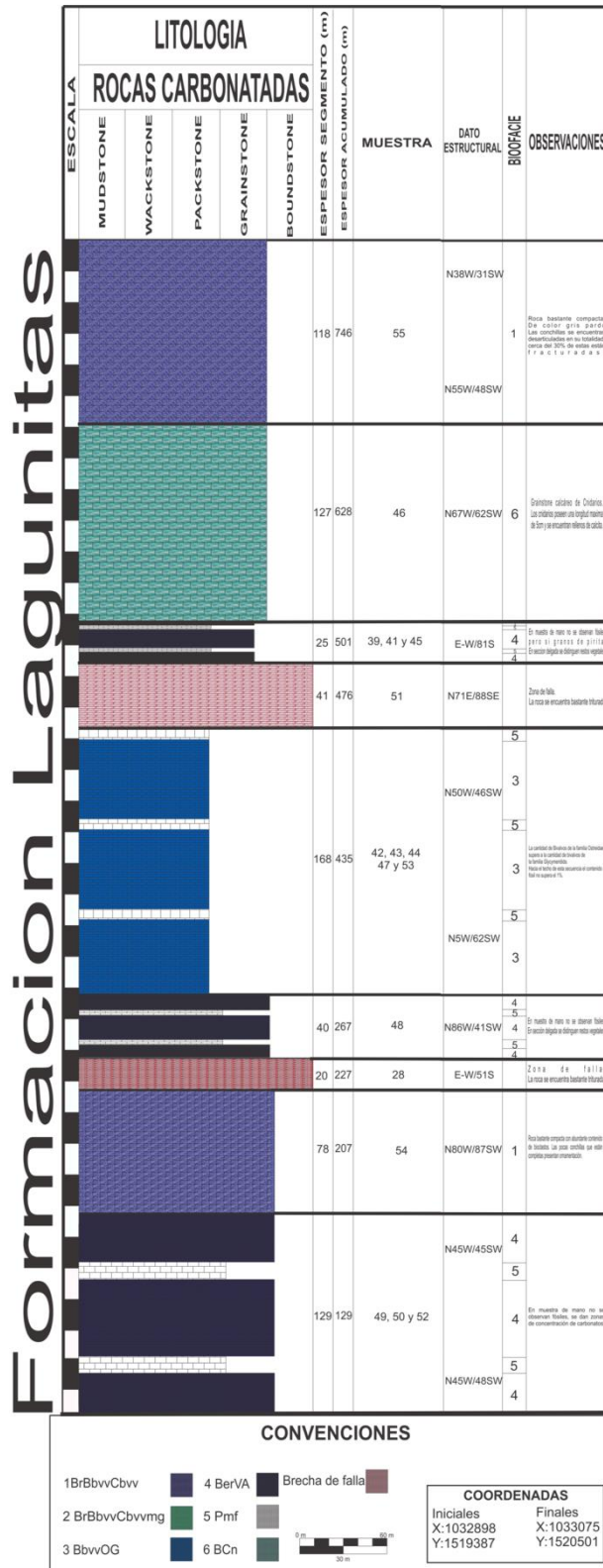
(Anexo B y C). La longitud total de las secciones estratigráficas medidas fue; de 1114m para el Cerro 1 y de 217,5 m para el Cerro 2. Las secciones levantadas corresponden a unidades cretácicas.

Figura 28. Localización de las Poligonales a partir de las cuales se levantaron las columnas.



Fuente: Autores

Figura 29. Columna Estratigráfica del Cerro 1.



Fuente: Autores

La columna correspondiente al Cerro 1 (**Figura 29**) posee un espesor total de 621,9 m. La columna se dividió en 7 secciones de base a techo para su descripción general:

Segmento 1 (C1S1): Comienza con el contacto inferior con la Formación La Quinta de edad Jurásico, el cual es fallado en el área del Cerro 1. El segmento 1 tiene un espesor de 129 metros y se caracteriza por la presencia microfósiles como bivalvos, radiolarios, equinodermos y foraminíferos, dentro de este segmento se pueden encontrar las facies 4 y 5.

Segmento 2 (C1S2): consta de 78 m de espesor de calizas macizas cuyo armazón se encuentra constituido principalmente por bioclastos de bivalvos y conchas articuladas y desarticuladas de bivalvos, dentro de este segmento se encuentra la facies 1.

Segmento 3 (C1S3): es una sucesión de calizas de 40 metros de espesor cuyo armazón está constituido por restos vegetales y algales, dentro de estos 40 m de espesor se dan intercalaciones de Grainstone calcáreo con Packstone calcáreo, presentándose este último en estratos de no más de 50 cm, este segmento está separado del segmento 2 por 20 m de brecha de falla y presenta las facies 4 y facies 5.

Segmento 4(C1S4): consiste de 168 m de caliza tipo Packstone calcáreo en donde el armazón está constituido principalmente por ostreidos y en menor proporción restos algales, el contenido fósil disminuye drásticamente hacia el techo de la secuencia, tanto así que no alcanza a superar el 1% del volumen total de la roca, dentro de este segmento se encuentran las facies 3 y 5.

Segmento 5 (C1S5): es una sucesión de calizas de 25 m de espesor en donde el armazón está constituido por restos vegetales y algales, se dan intercalaciones de

packstone calcáreo con grainstone calcáreo predominando las calizas tipo grainstone, a estos 25 metros de calizo los infrayace una zona de falla de 41 metros de espesor. Las facies 4 y 5 constituyen este segmento.

Segmento 6 (C1S6): consta de 127 m de calizas macizas, este es un segmento único en la zona de estudio debido a su contenido fósil (Cnidarios) constituyendo la facies 6.

Segmento 7(C1S7): finalmente el techo de la secuencia está representado por un segmento de 118 m de caliza maciza cuyo armazón está constituido por bioclastos de bivalvos articulados y desarticulados, armazón característico de la facies 1.

Segmento1 (C2S1): Comienza con el contacto inferior con la Formación La Quinta de edad Jurásico. Esta sucesión tiene un espesor de 70,5 metros, el 70% del armazón de la roca está constituido por fragmentos de conchas cuyos bordes se encuentran redondeados.

Segmento 2 (C2S2): compuesta por 26,2 metros de calizas, en donde se intercalan estratos espesos de calizas tipo grainstone con estratos de no más de 40 cm de calizas tipo packstone, dentro de este segmento se encuentran las facies 4 y facies5.

Segmento 3 (C2S3): corresponde a una sucesión de 41,2 m de espesor de calizas cuyo armazón se caracteriza por presentar los fósiles más grandes encontrados de mayor tamaño encontrados en la zona de estudio, este segmento constituye la facies 2.

9.1.1. Análisis Estratigráfico

Teniendo en cuenta la litología y la fauna fosilífera de las calizas aflorantes en la sección El Cerro, se puede afirmar que estas pertenecen a la parte superior del Grupo Cogollo definido por Miller (1960) y que específicamente corresponden a la Formación Lagunitas definida por primera vez por Neelands (1922) (en Hernández, 2003).

En la zona de estudio la parte más basal de esta formación se encontró en la El Cerro 2 donde suprayace los sedimentos de la Formación La Quinta, aquí se infiere un contacto discordante ya que la Formación La Quinta es de edad Jurásico y la Formación Lagunitas es de edad Aptiano–Albiano, faltando por registrar cerca de aproximadamente 20m.a.

La parte superior de la Formación Lagunitas está en contacto con depósitos cuaternarios.

El espesor total medido para esta formación corresponde a 823 metros, siendo este el mayor espesor reportado para esta formación en Colombia.

La sucesión de calizas de la Formación Lagunitas representan las variaciones relativas del nivel del mar durante el Aptiano-Albiano en el norte de Colombia en una plataforma calcárea somera. De acuerdo con la variación de los ambientes de depositación de la Formación Lagunitas en el área El Cerro se observan ciclos de profundización en toda la secuencia.

Estos ciclos están marcados por superficies de inundación que fueron identificados con el cambio de ambiente en la sucesión vertical de las facies interpretadas.

9.2. Análisis de Facies

En este capítulo se describirán las facies presentes para las columnas de los Cerros 1 y 2, Posteriormente se realizara el análisis de estas, dado el fallamiento de rumbo de la zona de estudio la columna estratigráfica completa seria aquella que reúna las secciones estratigráficas de los Cerros 1 y 2 en una sola **Figura 31**.

Figura31. Facies presentes en la columna de la Sección el Cerro

ESCALA	LITOLOGIA					ESPEJOR SEGMENTO (m)	ESPEJOR ACUMULADO (m)	SEGEMENTO	BIOFACIES
	ROCAS CARBONATADAS								
	MUDSTONE	WACKSTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	BOUNDSTONE				
						118	554	C157	1
						127	766	C156	6
						25	639	C155	
						41	614		
									3
						168	537	C154	3
									3
						40	405	C153	4
									4
						20	365		
						78	345	C152	1
									4
									5
						129	267	C151	4
									5
									4
						41,2	136	C253	2
						26,2	96,7	C252	1
									1
						70,5	70,5	C251	1

Fuente: Autores

9.2.1. Descripción de Facies:

1 BrBbvCbvv: Bioesparudita rala de bioclastos de bivalvos y conchas desarticuladas y articuladas de bivalvo: Grainstone calcáreo fosilífero, el color de la roca no alterada es gris medio y de la roca alterada es gris parduzco claro. Las capas son gruesas y de geometría tabular. Los fósiles consisten en fragmentos recristalizados de conchillas de bivalvos, conchas de bivalvos del Genero *Trigonia* (**Figura 32 A**) tanto articuladas como desarticuladas y, el tamaño de las conchas varia ampliamente, siendo las conchas de mayor tamaño las que se encuentran articuladas (**Figura 32 B**). Hay presencia de gasterópodos con promedio en tamaño de 2 cm.

Figura 32



Fuente: Autores

2BrBbvCbvmg: Bioesparudita rala de bioclastos de bivalvos y conchas desarticuladas y articuladas de bivalvo muy grandes: esta facies solo se diferencia de la facies 1 en el tamaño de los fósiles que contiene, ya que en esta facies (facies 2) los bivalvos presentan un tamaño promedio de 10cm siendo los fósiles de mayor tamaño encontrados en la zona de estudio.

3BbvOG: Bioesparudita de bivalvos de la familias *Ostreidae* y *Glycymerididae*: constituida por Packstone calcáreo fosilífero bastante compacto. Exhibe niveles de disolución, dichos niveles han sido rellenados con calcita de hábito fibroso. El espesor de las capas oscila entre 100cm y 150cm presentando una geometría tabular. El contenido fósil presente comprende principalmente bivalvos del orden *Ostreida* (**Figura 33 A**) y del Genero *Glycymeris* **Figura 33 B**) (presentándose en más abundancia los bivalvos del orden *Ostreida*), así como pequeños fragmentos de gasterópodos recristalizados del Genero *Turritella* (**Figura 33 C**).

Figura 33

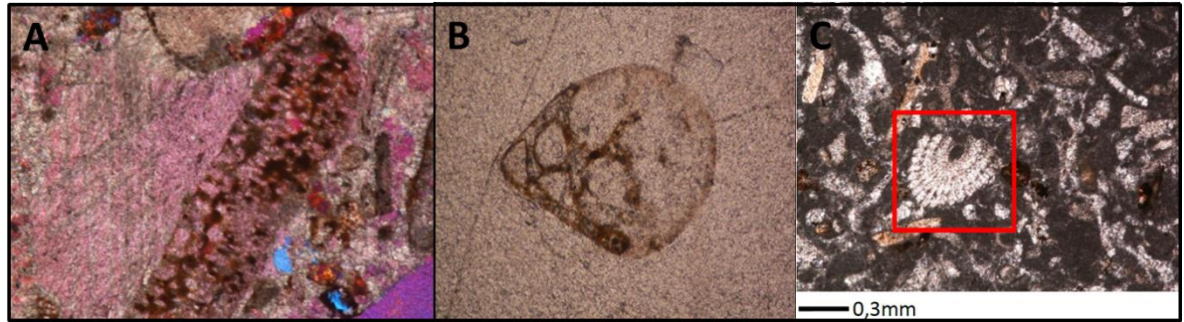


Fuente: Autores

4BerVA: Bioesparudita empaquetada de restos vegetales y algales: Grainstone calcáreo, el espesor de las capas no supera los 70cm, estas presentan una geometría tabular así como venillas de calcita de 3mm paralelas al rumbo de las capas, dentro de la fauna encontramos algas de la Especie *Spongocore Cylindrica*(**Figura 34 A**), radiolarios del Orden *Nassellarian* (**Figura 34 B**) y espículas de equinodermos(**Figura 34 C**).

Los equinodermos son uno de los invertebrados más grandes y más abundantes. Su presencia refleja ambientes marinos abiertos con salinidad y niveles de oxígeno normales. Los radiolarios solo se desarrollan en ambientes marinos abiertos de aguas profundas Dravis (2005).

Figura 34

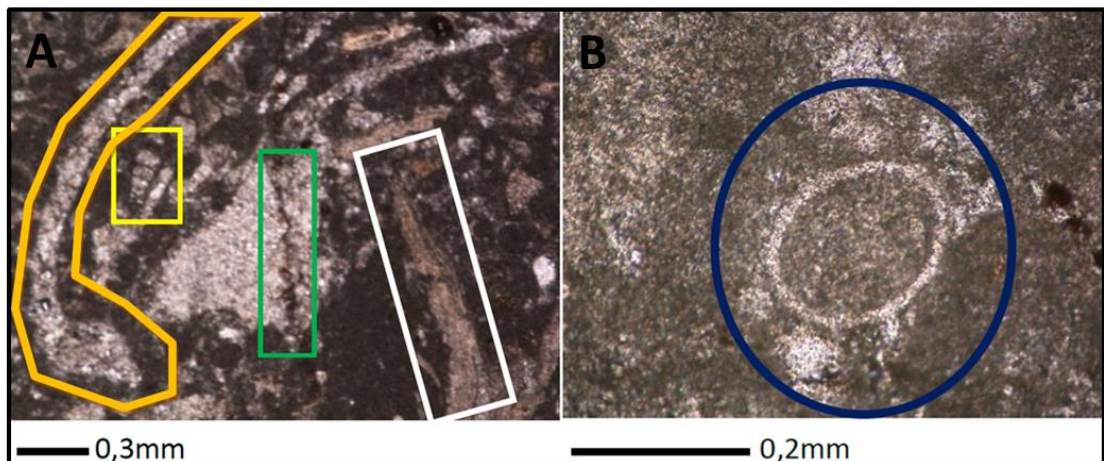


Fuente: Autores

5 Pmf:Packstone de microfósiles: dentro de los microfósiles se encuentran además de los bivalvos del Genero *Glycymeris* (Figura 35 A polígono naranja), *Serpulas* de anélidos (de un radio de 0,1 mm) (Figura 35 B) y foraminíferos bentónicos (Figura 35 A polígono amarillo).

Los anélidos son tolerantes a diferentes ambientes desde someros hasta marinos (<300m), los foraminíferos son marinos, ellos se desarrollan en aguas tropicales desde someras a aguas profundas.

Figura 35



Fuente: Autores

6BCn: Bioesparudita de Cnidarios: esta facie solo se presenta en el Cerro 1 y posee un espesor de 127 m, está constituida por Grainstone calcáreo bastante compacto, de capas tabulares y espesor medio. Los Cnidarios corresponden con Cnidarios del Genero *Rhabdophylliaspp* con coralitos cilíndricos y elongados rellenos de calcita espar de una longitud máxima de 5cm (**Figura 36**).

Figura 36



Fuente: Autores.

9.2.2. Asociación de Facies: para la realización de la asociación de facies del intervalo de las calizas aflorantes en la zona de estudio, se describieron en detalle las muestras tomadas de estas durante la fase de campo.

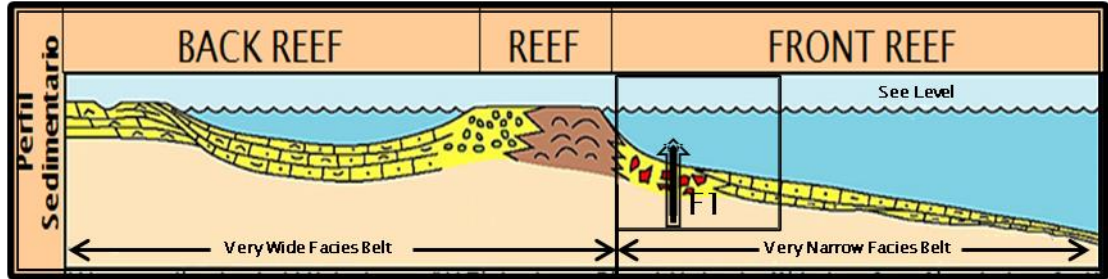
A continuación se presenta una descripción de las características más relevantes de las asociaciones interpretadas:

Asociación de facies 1 (A1): esta asociación está integrada por las Facies 1 y constituye un contacto de un ciclo de profundización.

Interpretación Ambiental: la textura deposicional y el armazón de esta facies indica que la energía del ambiente deposicional debió ser lo suficientemente alta como para lavar el lodo calcáreo que se encontraba inicialmente entre los

sedimentos, desarticular las conchillas y destrozarse gran parte de estas, energía de un reef Front (**Figura 37**).

Figura 37. Ambiente deposicional para la Asociación de Facies 1.

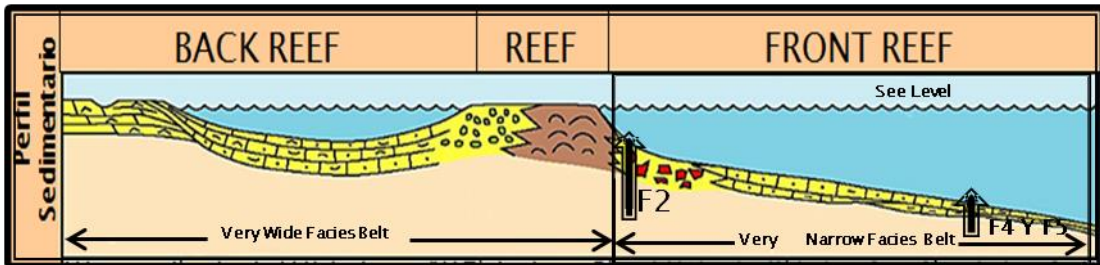


Modificado de Moore (2008)

Fuente: Modificado de Moore (2008).

Asociación de facies 2 (A2): la integran la facies 4, facies 5 y facies 2, me indica un cambio bastante alto en el nivel de energía dado que las facies 4 y 5 están integradas por microfósiles y son características de ambientes mucho más profundos que el ambiente deposicional de la facie 2, la cual presenta los fósiles más grandes de toda la sección levantada (**Figura 38**).

Figura 38. Ambiente deposicional para la Asociación de facies 2

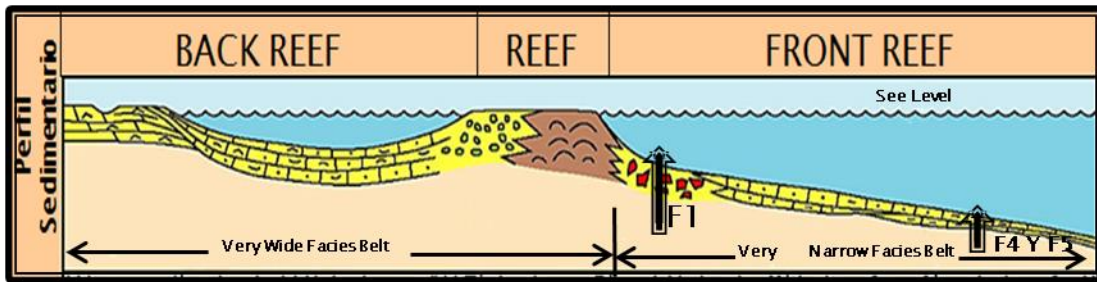


Modificado de Moore (2008)

Fuente: Modificado de Moore (2008).

Asociación de facies 3 (A3): la componen las facies 4, facies 5 y facies 1, al igual que la asociación 2 esta facie me indica un cambio significativo en el régimen de energía, si comparamos las asociaciones 2 y 3 en esta ultima la magnitud en el cambio de energía es un poco inferior a la magnitud en el cambio de energía de la asociación 2 (**Figura 39**).

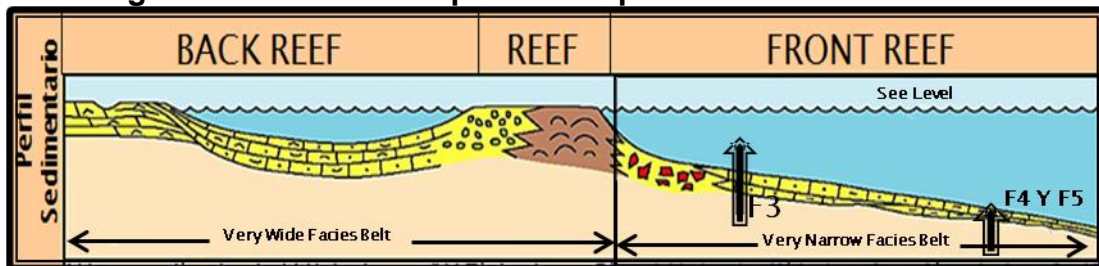
Figura 39. Ambiente deposicional para la Asociación de Facies 3.



Fuente: Modificado de Moore (2008).

Asociación de Facies 4 (A4): la integran las facies 3, facies 4 y facies 5, es la única asociación de facies en la sección que se encuentra constituida por facies de Packstone calcáreo, lo cual me indica un ambiente de poca energía y profundo. (Figura 40).

Figura 40. Ambiente deposicional para la Asociación de facies 4.

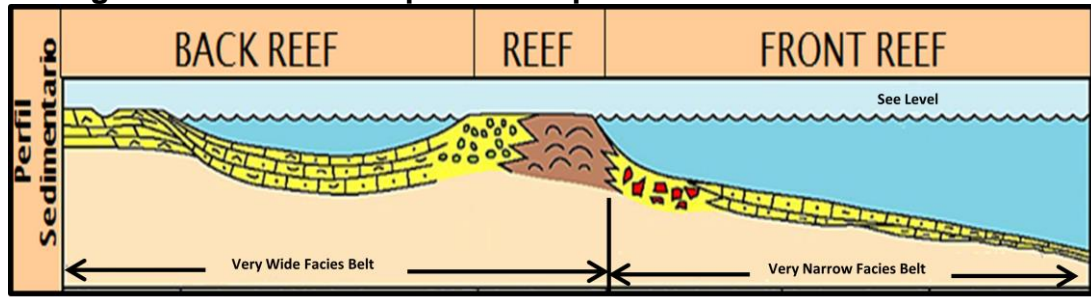


Modificado de Moore (2008)

Fuente: Modificado de Moore (2008).

Asociación de Facies 5 (A5): compuesta por las facies 4, facies 5, facies 6 y facies 1, el ambiente deposicional varía desde Lower front reef (Facies 4 y Facies 5) hasta el upper front reef (Facies 1). Mostrando así una secuencia casi completa de un marginal reef, el ambiente deposicional de esta asociación de facies oscila entre la parte media de del front reef y la parte inferior del front reef (Figura 41).

Figura 41. Ambiente deposicional para la Asociación de Facies 5.



Modificado de Moore (2008)

Fuente: Modificado de Moore (2008).

En la **Figura 42** se muestra la columna estratigráfica de la sección el Cerro con su respectiva asociación de facies.

Figura 42. Asociación de facies de la Sección el Cerro.

ESCALA	LITOLOGIA					ESPOR SEGMENTO (m)	ESPOR ACUMULADO (m)	SEGMENTO	BIOFACIES	ASOCIACION DE FACIES
	ROCAS CARBONATADAS									
	MUDSTONE	WACKSTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	BOUNDSTONE					
	[Purple patterned block]					118	884	C157	1	A5
						[Green patterned block]				
	[Red and black striped block]									
						[Blue block]				
	[Blue block]									
						[Blue block]				
	[Red and black striped block]									
						[Purple patterned block]				
	[Dark blue block]									
						[Dark blue block]				
	[Green striped block]									
						[Purple patterned block]				

Fuente: Autores

9.3. Geología estructural

El área de la sección el Cerro está ubicada al oriente del sistema de fallas Santa Marta-Bucaramanga, llamado en esta zona como falla de Algarrobo (Martinez, H. et al., 2001) o falla Saba-El Silencio (Bernal et al., 2006), la cual ha afectado tectónicamente la sección.

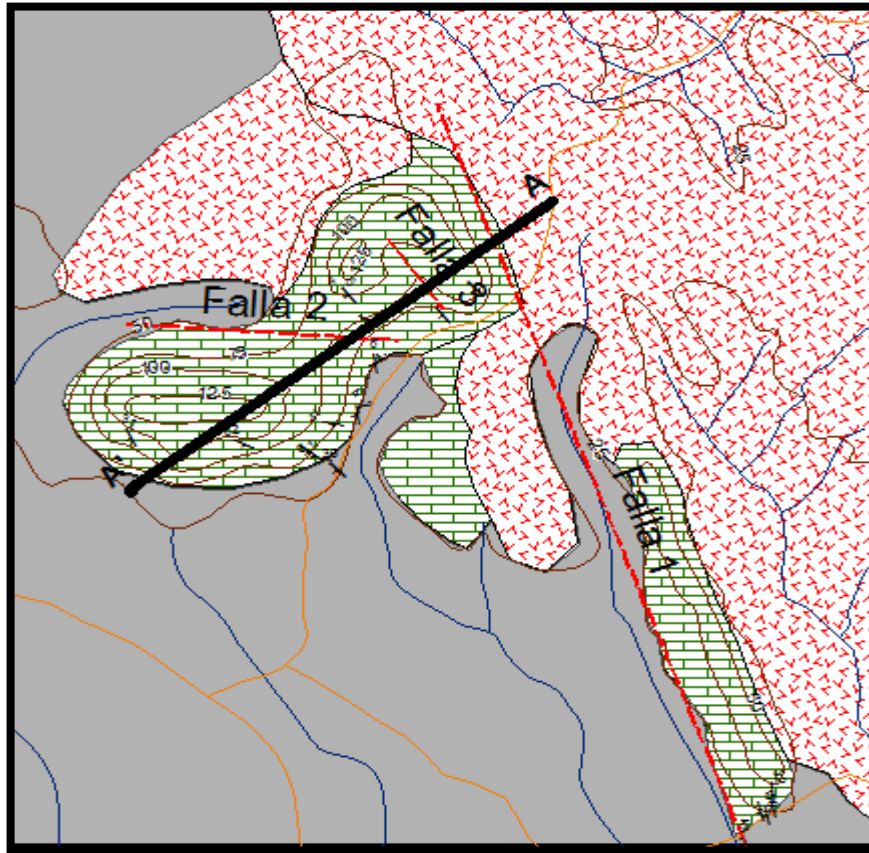
En campo se infirieron 3 fallas, las cuales hemos denominado como:

Falla 1: es la falla más extensa posee una orientación N20°W y va desde la parte occidental del Cerro 2 a la parte nororiental del Cerro 1, dada la cercanía con el sistema de falla Bucaramanga-Santa Marta, está muy probablemente sea una falla satélite de este sistema de fallas, muy posiblemente esta falla sea la responsable del levantamiento del Cerro y la posterior separación de los mismos.

Falla 2: esta falla tiene una orientación N84°W se encuentra ubicada en la parte central del Cerro 1, muy probablemente sea la responsable de la rotación que presenta este cerro en su parte central la zona de brecha es de 41 metros.

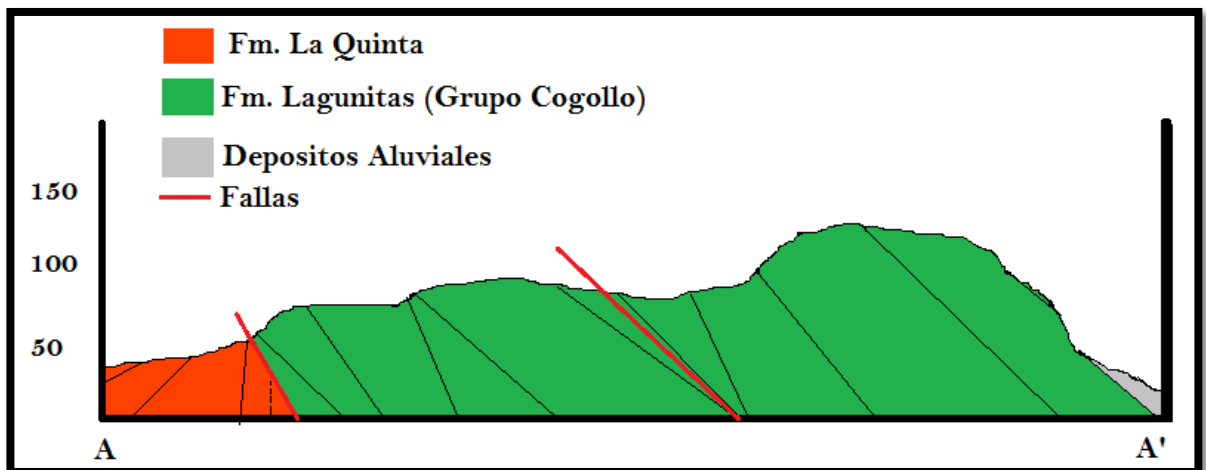
Falla 3: su orientación es N37°W, de las tres fallas mapeadas es la más local, se encuentra ubicado en el extremo Norte del Cerro 1 en la parte norte del Cerro 1 su zona de brecha es de 25 m.

Figura 43 Fallas de la Sección el Cerro



Fuente: Autores

Figura 44. Corte Geológico de la Sección el Cerro.



Fuente: Autores

9.4. Geoquímica

Dado que la cuenca petrolífera del Lago de Maracaibo, ubicada al noroeste de Venezuela ha sido catalogada como una de las más importantes a nivel mundial y dentro de esta las Formaciones Apon y Maraca han sido definidas como rocas madres de cierta importancia Azuaje et al., (2010). Esto causó interés en realizar análisis químicos básicos para 17 muestras de los cerros 1 y 2 ver **Tabla 8**, entre ellos están: Pirolisis Rock Eval, carbono orgánico total (TOC), índice de hidrogeno (HI) y temperatura máxima (Tmax), dando como resultados:

Para el Carbono Orgánico Total (TOC) tenemos valores muy bajos con un promedio de 0.09%, siendo una roca muy pobre en generación de aceite.

La Pirolisis Rock Eval nos muestra al igual que el TOC valores muy pobres, con promedios de 0.04 (mg/g) para **S1**; 0.1 mg/g para **S2** y 0.2 mg/g para **S3**.

En el Índice de Hidrogeno (HI) solo 4 muestras son significativas el resto no presentan hidrogeno o tienen índices demasiado bajos.

La temperatura máxima (Tmax) presenta valores altos en promedio de 470°C quedando en rangos de la ventana de gas seco.

Tabla 8. Resultado de análisis químico para las muestras de la sección el Cerro.

Muestra	S1 (mg/g)	S2 (mg/g)	S3 (mg/g)	Tmax°C	TOC %	HI	OI
EP-17	0.05	0.07	0.02	462	0.08	88	25
EP-21	0.01	0.04	0.01	497	0.02	200	50
EP-22	0.05	0.31	0.03	498	0.11	282	27
EP-23	0.02	0.02	0.06	460	0.08	25	75
EP-24	0.07	0.41	0.08	499	0.1	410	80
EP-30	0	0	0.17	469	0.02	0	850
EP-41	0	0	0.16	470	0.02	0	800
EP-45	0.02	0.04	0.36	424	0.1	40	360
EP-46	0	0	0.09	468	0.07	0	129
EP-47	0.01	0	0.12	460	0.01	0	1200
EP-48	0.01	0	0.32	470	0.07	0	457
EP-49	0.01	0.01	0.22	426	0.08	12	275
EP-51	0.06	0.01	0.41	355	0.08	12	512
EP-52	0.01	0	0.16	467	0.08	0	200
EP-53	0.01	0	0.19	476	0.02	0	950
EP-54	0	0	0.22	471	0.02	0	1100
EP-55	0	0	0.26	469	0.08	0	325

Fuente: Autores

De los resultados obtenidos podemos concluir que:

- Los cerros 1 y 2 tuvieron un depocentro profundo, demostrado por las altas temperaturas encontradas en los análisis de Tmax, lo que nos confirma que la exhumación de estos cerros tiene un origen tectónico, representado en la falla 1 trazada en el mapa geológico de la zona.
- Los bajos valores de carbono orgánico total indican que la roca no tiene potencial generador de hidrocarburos.

CONCLUSIONES

- ▶ En la Sección el Cerro (zona de estudio), se encuentran unidades geológicas correspondientes a las Formaciones La Quinta de edad Jurasica y Formación Lagunitas de edad Aptiano-Albiano.
- ▶ Teniendo en cuenta la litología y la fauna fosilífera de las calizas aflorantes en la sección El Cerro, se puede afirmar que estas pertenecen a la parte superior del Grupo Cogollo definido por Miller (1960) y que específicamente corresponden a la Formación Lagunitas definida por primera vez por Neelands (1922).
- ▶ Los límites inferiores y superiores de la Formación Lagunitas son la Formación La Quinta (la cual la infrayace discordantemente) y depósitos cuaternarios recientes respectivamente.
- ▶ En la zona de estudio la Formación Lagunitas tiene un espesor de 823 metros (probablemente aumentado por fallamiento), siendo así el mayor espesor reportado para esta Formación en Colombia.
- ▶ Se identificaron 6 biofacies;
 - Facies 1 BrBbvCBvv:** Bioesparudita rala de bioclastos de bivalvos y conchas desarticuladas y articuladas de bivalvo.
 - Facies 2. BrBbvCBvvmg:** Bioesparudita rala de bioclastos de bivalvos y conchas desarticuladas y articuladas de bivalvo muy grandes.
 - Facies 3 BbvOG:** Bioesparudita de bivalvos de la familias *Ostreidae* y *Glycymerididae*.
 - Facies 4 BerVA:** Bioesparudita empaquetada de restos vegetales y algales.
 - Facies 5 Pmf:** Packstone de microfósiles.
 - Facies 6 BCn:** Bioesparudita de Cnidarios

- ▶ A partir del análisis de facies es posible determinar que muy probablemente el ambiente en el cual se depositaron las calizas de la zona de estudio (Pertenecientes a la Formación Lagunitas) fue de plataforma media de mar abierto en la parte frontal de un reef.

- ▶ La sucesión de calizas de la Formación Lagunitas representan las fluctuaciones relativas del nivel del mar durante el Aptiano-Albiano en el norte de Colombia en una plataforma calcárea somera. De acuerdo con la variación de los ambientes de depositación de la Formación Lagunitas en el área El Cerro se observan ciclos de profundización en toda la secuencia.

- ▶ Teniendo en cuenta los valores de TOC arrojados por los análisis geoquímicos realizados a las muestras de la Sección el Cerro (zona de estudio) la roca no tiene potencial generador de hidrocarburos, los valores de T.max ubican a las calizas de la Formación Lagunitas aflorantes en la zona de estudio dentro de una ventana de generación de gas seco.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, M., Morales C. J., 1999. Mapa geológico generalizado del departamento del Cesar - memoria explicativa. Instituto de Investigación Geocientífica, Minero – Ambiental y Nuclear.
- Auqué, L. F., et al, Rocas carbonatadas, clasificación, conferencias de clase Universidad de Zaragoza, GMG. Consultada en la página. <http://gmg.unizar.es/gmgweb/Asignaturas/Exogenall/TranspaMicroscopio/Pr%C3%A1ctica8>
- Azuaje, E et al., 2010. Caracterización geoquímica de rocas en una secuencia cretácica de la cuenca del Lago de Maracaibo. Universidad Central de Venezuela.
- Barrero, D., et al., 2007. Colombiansedimentarybasin Agencia nacional de hidrocarburos.
- Bernal, L. Clavijo, J. Osorio, J. Duarte, R (INGEOMINAS), Mantilla, L. Pinto, J. Colegial, J. Prada, D. Cuellar, M. Perez, A. Paez, L. Nava, G. Martinez, A. (Universidad Industrial de Santander), 2006. Geología de la plancha 55 El Banco. INGEOMINAS-UIS.
- Castillo., Z. y García. A., 1984. Taxonomía y Anatomía comparada de las ostras den las costas de México, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Contribución 484 del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

- Company, M., 2012. Tipos de rocas de la corteza terrestre: metamórficas, ígneas y sedimentarias. Ámbitos de formación. Universidad de Granada, España. Consultado en la página: http://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet_temario.htm
- Cruz, L.E. & Caballero, V., 2002. Petrología sedimentaria: Guías de laboratorio. Universidad Industrial de Santander, 81p.
- Cruz, L.E., 1997. Paleontología de Invertebrados: Guías de laboratorio. Universidad Industrial de Santander, 185p.
- Dravis, J. J. 2005. Carbonate Applied to Hydrocarbons Exploration and Explotaition. Consulting and training conferens, Inc.DravisGeological Service
- Etayo, F., Barreo, D., Lozano Hernando., Espinosa, A., Gonzales, H., Orrego Abigail., Ballesteros, I., Forero, H., Ramírez, C., Zambrano, F., Duque, H., Vargas, R., Nuñez, A., Alvarez, J., Ropain, C., Cardozo, E., Galvis, N., Sarmiento, L., 1983. Mapa de terrenos geológicos de Colombia, instituto de investigaciones Geológico-Mineras.
- Graterol, V., Vargas A., 2007. Programa adquisición procesamiento e interpretación de datos de Aeromagnetogravimetria en Las Cuencas de Cesar-Ranchería, Alta y Baja Guajira y Alejo, Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) 200.
- Hernández M. 2003. Geología de la plancha 48 la Jagua de Ibirico, memoria explicativa. Instituto de investigación geocientífica, minero – ambiental y nuclear. Bogotá.

- INGENIEROS CIVILES LTDA 2006, Estudio geológico y geotécnico, consorcio Arjona 2006, gobernación del cesar, secretaría de infraestructura y obras contrato 112 de 2006, pavimentación y/o repavimentación de tramos de la vía que corresponde al corredor cuatrovientos Chimichagua-El banco. Grupo 3.tramo Mandinguilla – Chimichagua.
- INPRO LTDA.1988. Prospección geológica de manifestaciones aluviales de metales preciosos, determinación de métodos de extracción y beneficio en el municipio de Chimichagua. Mineralco S.A
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1978. Mapa topográfico, planchas 47 IV C y 55 II A.
- Jeffrey. J. Dravis 2005. Carbonate Applied to Hydrocarbons Exploration and Explotaition. DravisInterests INC.
- Julivert, M. 1968. Léxico Estratigráfico de Colombia. Unión Internacional De CienciasGeológicas
- Lera S, 2011 rocas y minerales. Universidad Nacional de Medellín, consultado en la página: <http://www.unalmed.edu.co/rrodriguez/geologia/igneas.htm>.
- Martinez, H. Hernández, M. Clavijo, J. 2001. Geología de la Plancha 47 Chiriguaná, INGEOMINAS.
- Mapas de Colombia. 2013. Cerro de Chimichagua consultado en la página: http://www.colombiamapas.com/mapas/muestra_mapa_colombia.php?regionname=Cesar&nivel=16&name=Cerro%20Chimichagua&lat=9.29,-73.78

- Mapas Políticos, Chimichagua en Cesar, alcaldía de Chimichagua, pagina consultada <http://chimichagua-cesar.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mmxx-1-&x=3021767>
- Moore, C. H., 2008. Carbonate Reservoirs: Porosity Evolution & Diagenesis in a Sequence Stratigraphic Framework (Developments in Sedimentology, v. 55, Elsevier)
- Morales, Y; Ortiz, L. 2013 Petrografía y construcción de un atlas de rocas sedimentarias terrígenas y carbonatadas pertenecientes a la cuenca del valle medio del magdalena. Universidad Industrial de Santander.
- Muzio, R., 2012. Curso Geología General I, Prácticos N° 7 y 8, Rocas Sedimentarias. Universidad de la Republica, Uruguay. Consultado en: http://cuencas.fcien.edu.uy/cursos/materiales/practico_7y8_2012.pdf.
- PDVSA. 2011. Código Geológico de Venezuela, consultado en: <http://www.pdv.com/lexico/c123w.htm>. (Noviembre 2012).
- Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012. Nociones fundamentales de rocas ígneas. Pontificia Universidad Católica de Chile. Consultado en la página: http://intrawww.ing.puc.cl/siding/public/ingcursos/cursos_pub/descarga.phtml?id_curso_ic=1286&id_archivo=40239
- Región Caribe de Colombia consultado en la página: [http://es.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%B3n_Caribe_\(Colombia\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%B3n_Caribe_(Colombia))
- Tarbuck, E.J., Lutgens, F.K. & Tasa, D., 2005. Ciencias de la tierra. Pearson Educación S.A Madrid, 736p.

- Ubicación del municipio de Chimichagua en el departamento del Cesar, consultado en la página: <http://es.wikipedia.org/wiki/chimichagua> (Noviembre 2012).

Anexos

Anexo A

Catálogo de Muestras



**Estratigrafía y
Paleontología del
Grupo Cogollo, en la
sección el Cerro -
Chimichagua (Cesar).**

Leady Diana Caro Serrano

Amat David Zuluaga Guerra

Para la descripción de las rocas sedimentarias terrígenas fue utilizada la clasificación de Folk (1974), para las rocas sedimentarias carbonatas fueron utilizadas las clasificaciones de Folk (1974) y Dunham (1962), las cuales aparecen en el catálogo en dicho orden, finalmente para la descripción de las rocas volcánicas y volcanoclásticas fue utilizada la clasificación de Schmidt(1981) y el diagrama QAFP de Streckeisen (1966). 2Cabe señalar que para cinco muestras de rocas sedimentarias carbonatadas fue necesaria la realización de sección delgada ya que en muestra de mano no fue posible observar la presencia de fósiles.

Las descripciones realizadas compiladas en un catálogo de muestras consta de la siguiente estructura:

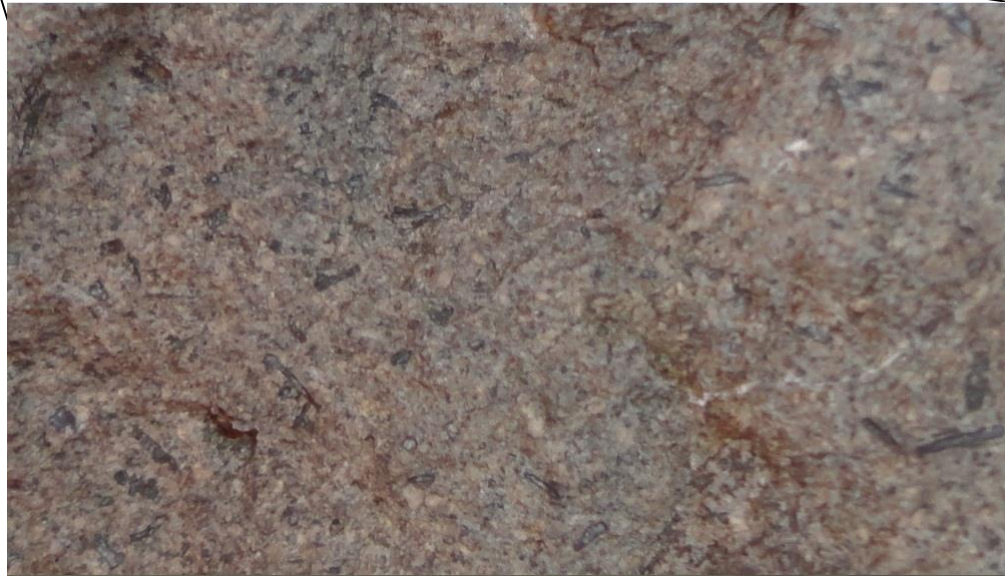
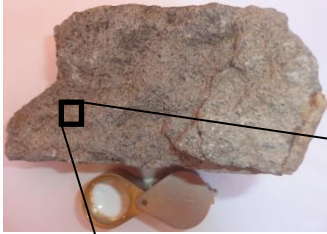
Figura 45 Estructura del formato para la clasificación de las muestras recolectadas en campo.

Formato para rocas carbonatadas		Formato para rocas volcanoclásticas	
NOMBRE DE LA MUESTRA		NOMBRE DE LA MUESTRA	
Coordenadas:		Coordenadas:	
X:	Y:	X:	Y:
			
Nombre de la muestra según la clasificación de Folk 1974.		Nombre de la muestra según la clasificación de Schmidt 1981.	
Nombre de la muestra según la clasificación de Dunham 1962		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
DESCRIPCION DE LA MUESTRA		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	

Coordenadas:

X: 1033341

Y: 1520442



— 3mm

Toba riodacítica cristalina de ceniza gruesa.

Roca de textura microporfírica en la cual se observan microfenocristales de cuarzo (35%), plagioclasa (35%), feldespato potásico (25%) y minerales máficos (5%) embebidos en una pasta de color grisáceo.

Los microfenocristales de cuarzo son reconocibles por su brillo vítreo, son anhedrales y presentan bordes corroídos con un tamaño promedio de 0,5mm.

La plagioclasa se presenta en microfenocristales subhedrales de entre 0,5mm y 1mm de color blanco.

Los microfenocristales de feldespato potásico se presentan como cristales anhedrales de color rosa muy pálido.

Los minerales máficos son microfenocristales euhedrales de hasta 5mm de largo y de geometría rectangular.

Coordenadas:
X:1033441

Y:1520518



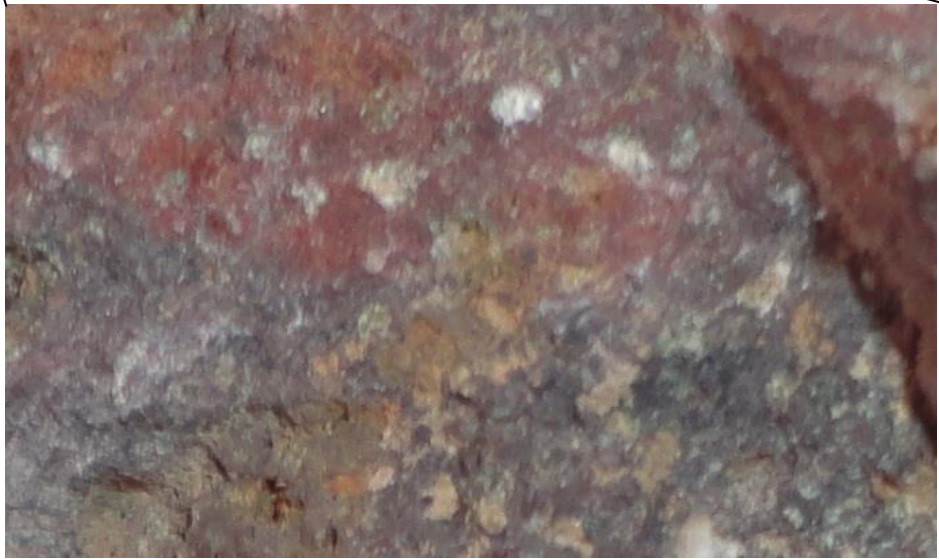
Roca volcanosedimentaria.

La muestra presenta fragmentos epiclásticos (contorno rojo) dentro de una matriz meramente afanítica de color morado claro en la cual pueden distinguirse algunos microcristales de epidota y calcita, también se observan venillas de carbonato de calcio (contorno blanco) las cuales varían en su espesor desde 1mm hasta 1cm. Los fragmentos epiclásticos son de geometría irregular con bordes poco redondeados de color vino tinto y poseen un tamaño de grano tipo arena fina.

Coordenadas:

X:1033473

Y: 1520681



— 3mm

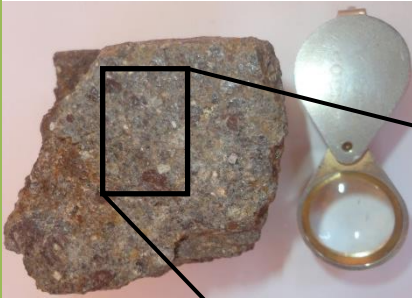
Roca volcanosedimentaria.

La muestra presenta fragmentos epiclásticos dentro de una matriz meramente afanítica de color morado claro en la cual pueden distinguirse algunos microcristales de epidota y calcita, también se observa limonita.

Los fragmentos epiclásticos son de geometría irregular con bordes poco redondeados de color vino tinto y poseen un tamaño de grano tipo arena fina.

Coordenadas:
X:1033866

Y: 1521194



— 4mm

Toba riolítica de lapilli.

Roca de textura microporfírica en la cual se observan microfenocristales feldespato potásico (35%), cuarzo (35%) y plagioclasa (30%), embebidos en una matriz afanítica de color pardo.

Los microfenocristales de feldespato potásico se presentan como cristales rectangulares subhedrales de color salmón blancuzco.

Los microfenocristales de cuarzo son reconocibles por su brillo vítreo, son anhedrales y presentan bordes corroídos con un tamaño promedio de 1mm.

La plagioclasa se presenta en microfenocristales anhedrales de color blanco muy pálido.

La muestra presenta también óxidos de hematites y Limonita así como caolín.

El grado de oxidación de la roca es bastante alto.

EP-5

Coordenadas:

X: 1033943

Y: 1521431



Roca volcanoclástica con fragmentos líticos.

Roca volcanoclástica con presencia de feldespato potásico, tabletas de plagioclasa, caolín, cuarzo y fragmentos líticos así como vetillas de sulfuros.

La roca se encuentra bastante alterada por procesos de alteración hidrotermal, presenta una alteración propilítica sobre impuesta por una alteración argílica incipiente.

Debido al nivel de alteración no es posible establecer características texturales.

EP-6

Coordenadas:

X: 1032324

Y: 1520531



Sublitarenita

El armazón de la roca está constituido por partículas tamaño arena media a gruesa, estas se encuentran cementadas por un cemento silíceo.

Coordenadas:

X: 1032381

Y: 1520602

**Limolita calcárea.**

Las partículas que constituyen la muestra son de tamaño limo y contiene una significativa fracción de arcilla ya que al colocar la muestra en contacto con la lengua esta se seca parcialmente, dichas partículas se encuentran cementadas por carbonato de calcio.

También se observan cristales prismáticos cortos y translucidos de calcita así como cristales de una mica de color verde a pardo.

La muestra presenta venillas de calcita de un espesor de no más de 3mm su coloración es vino tinto y al aplicársele ácido clorhídrico reacciona fuertemente.

EP-8

Coordenadas:

X: 1032504

Y: 1520664



Cuarzo arenita calcárea fina bien calibrada.

Los granos que constituyen el armazón de la roca son subangulares finos a muy finos, predominantemente de cuarzo (80%) con algo de feldespatos (15%) y moscovita (5%).

El cemento está constituido por carbonato de calcio.

Coordenadas:

X: 1032574

Y: 1520718

**Arcosa lítica muy mal calibrada.**

La roca está constituida por sedimentos terrígenos muy mal calibrados, no calcáreos compuestos por partículas de tamaño arena muy gruesa a guijarros dispersas en una matriz de arena media y cementados por sílice.

Composicionalmente está constituida por cuarzo (70%), feldespato potásico (25%), mica (3%) y fragmentos de roca (2%).

El cuarzo se presenta en granos de entre 4mm y 1mm de geometría angular esférica, los granos de feldespato potásico son angulares esféricos y poseen un tamaño promedio de 1mm.

La muestra posee un color rosáceo.

EP-10

Coordenadas:

X: 1032644

Y: 1520818



Limolita

Las partículas que constituyen la muestra son de tamaño limo y se encuentran cementadas por sílice, se observan cristales translucidos de calcita y microcristales de mica moscovita.

La muestra posee un color café oscuro.

EP-11

Coordenadas:

X: 1032642

Y: 1520820



Micrita.

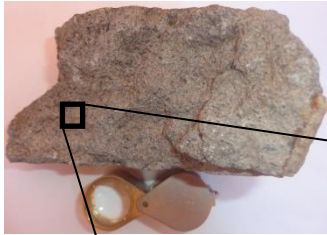
Mudstone.

La roca está constituida en su totalidad por micrita, no presenta fósiles ni intraclastos, pero presenta un ojo irregular relleno con calcita espar.

Coordenadas:

X: 1032949

Y: 1521011



— 3mm

Toba riodacítica cristalina de ceniza gruesa.

Roca de textura microporfírica en la cual se observan microfenocristales de plagioclasa (35%), feldespato potásico (25%) y minerales máficos (5%) embebidos en una pasta de color grisáceo.

Los microfenocristales de cuarzo son reconocibles por su brillo vítreo, son anhedrales y presentan bordes corroídos con un tamaño promedio de 0,5mm.

La plagioclasa se presenta en microfenocristales subhedrales de entre 0,5mm y 1mm de color blanco.

Los microfenocristales de feldespato potásico se presentan como cristales anhedrales de color rosa muy pálido.

Los minerales máficos son microfenocristales euhedrales de hasta 3mm de largo y de geometría rectangular.

Al contacto con ácido clorhídrico la muestra efervesce, pero esta efervescencia es limitada a las oquedades en las que se ha precipitado carbonato de calcio (caliche).

Coordenadas:

X: 1033719

Y: 1521659

**Toba riolítica de ceniza gruesa.**

La roca presenta una textura microporfírica en la cual que distinguen microcristales de feldespato potásico (42%), cuarzo (35%) y plagioclasa (23%) embebidos en una matriz de ceniza fina de composición alcalina.

Los microlitos de feldespato potásico son anhedrales y de color rosa muy pálido a pardo.

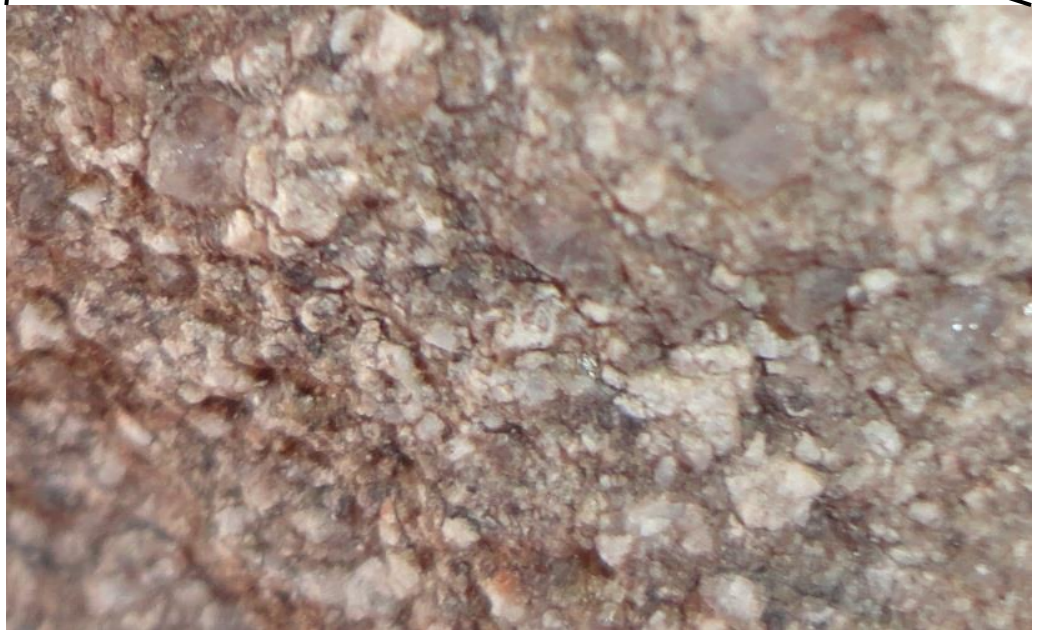
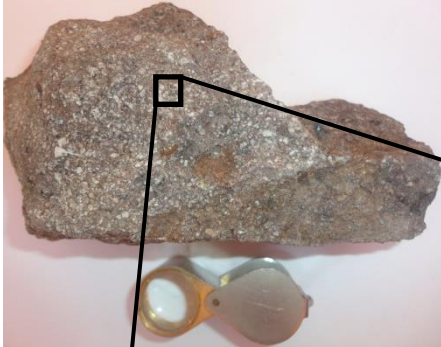
El cuarzo se presenta como microcristales anhedrales translucidos y de brillo vítreo.

Los microcristales de plagioclasa presentan geometrías tabulares subhedrales y poseen un color blanco mate.

Coordenadas:

X: 1033719

Y:1521659



— 3mm

Toba dacítica de lapilli.

La roca de textura microporfírica en la cual se encuentran principalmente microfenocristales de plagioclasa (60%) y cuarzo (20%), también se observan microcristales de feldespato potásico (20%) embebidos en una matriz de color gris rosácea que se mantiene uniforme en toda la muestra.

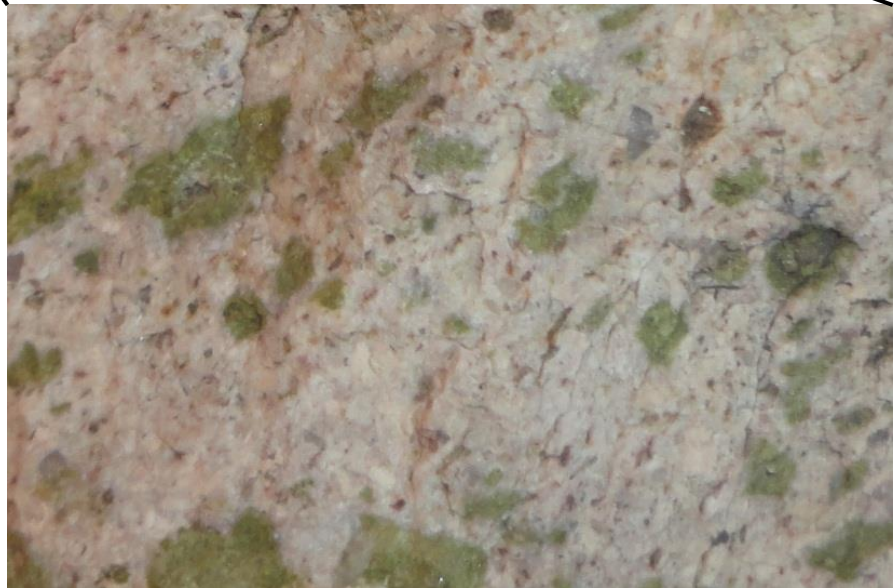
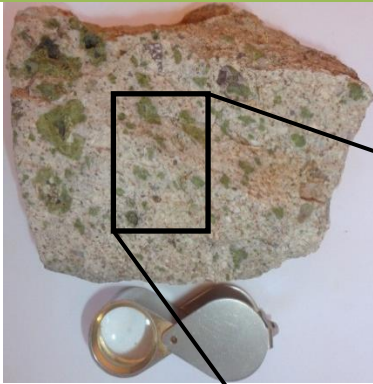
Los microcristales de plagioclasa son subhedrales algunos tabulares de hasta 3mm, el cuarzo se presenta en microcristales anhedrales de brillo vítreo de hasta 3mm, algunos exhiben su fractura concoidea, los microcristales de feldespato potásico presentan un color rosa muy pálido de geometría casi tabular (las caras no se encuentran bien definidas).

EP-15

Coordenadas:

X: 1033384

Y: 1521779



10mm

Toba riolítica cristalina de lapilli.

Roca de textura porfirítica en la cual se observan fenocristales de plagioclasa (21%), cuarzo (20%), y epidota (15%) embebidos en una matriz afanítica de feldespato potásico (44%).

La plagioclasa se presenta como cristales tabulares en su mayoría subhedrales de un blanco pálido.

El cuarzo se presenta como cristales incoloros de brillo vítreo subhedrales

La epidota se presenta como fenocristales anhedrales que presentan cuarzo asociado a sus bordes.

El feldespato potásico se encuentra constituyendo la pasta de la roca.

Coordenadas:**X: 1033601****Y: 1520757****Toba riolítica de lapilli.**

La muestra se encuentra bastante oxidada y meteorizada, posee una textura microporfírica.

Se evidencia la presencia de microcristales de cuarzo (40%), feldespato potásico (30%), plagioclasa (25%) y minerales máficos (5%) embebidos en una matriz afanítica de composición riolítica.

Los microcristales de cuarzo son subhedrales de brillo vítreo y translucidos, poseen un tamaño promedio de 1mm.

El feldespato potásico se presenta como microcristales de geometría rectangular de color rosa muy pálido, en la mayoría de estos microcristales se observan bordes definidos.

Los microcristales de plagioclasa son anhedrales de color blancuzco.

Los minerales máficos son los de menor tamaño < 1mm y corresponden a micas tipo moscovita.

Coordenadas:

X: 1034020

Y: 1518922



Bioesparudita rala de bioclastos de bivalvo y conchas desarticuladas de bivalvo.

Grainstone calcáreo de bioclastos de bivalvo y conchas desarticuladas de bivalvo.

Descripción: La muestra se encuentra compuesta por conchillas desarticuladas de bivalvos y fragmentos de conchillas de bivalvos.

Las conchillas desarticuladas completas son largas (3,5cm) y delgadas (3mm), no presentan abrasión ni ornamentación.

Las conchillas desarticuladas fragmentadas están integradas por 2 tipos de conchillas según su grosor así: conchillas tipo A las cuales poseen un grosor de 0,5cm y conchillas tipo B que poseen un grosor de más de 1cm, tanto las conchillas tipo A y tipo B se encuentran perforadas y altamente fracturadas.

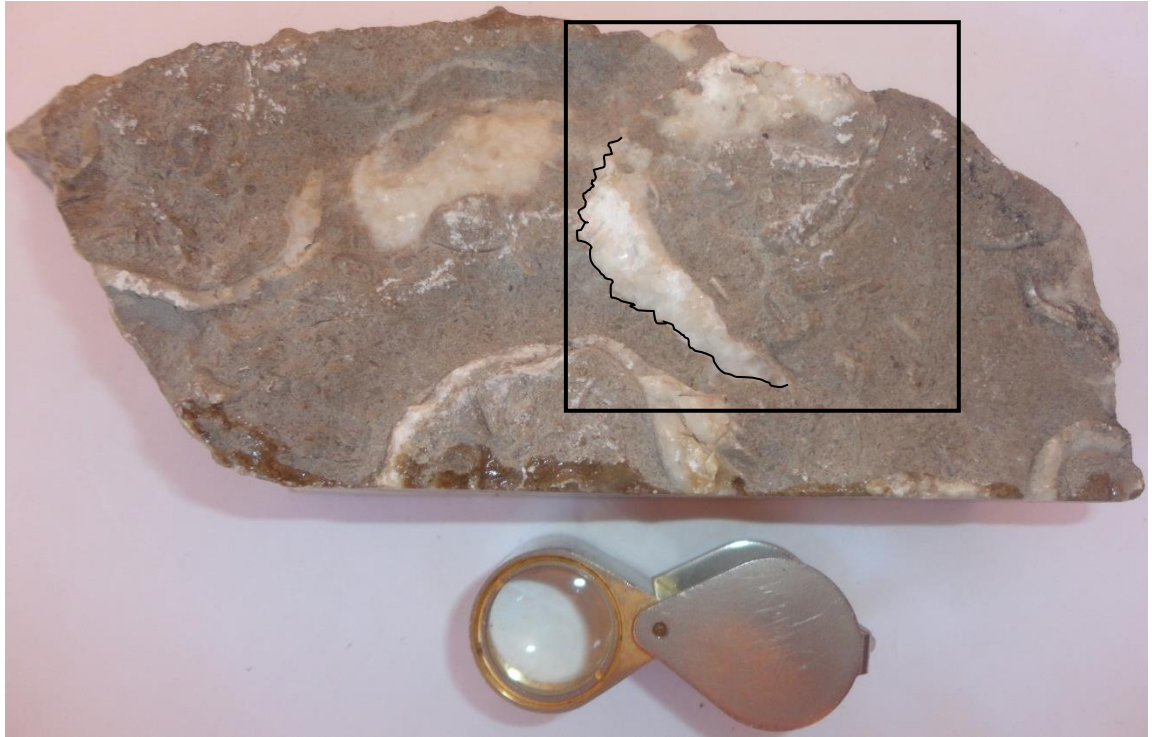
En el recuadro negro se puede observar una conchilla perforada y fragmentada.

Interpretación: La variación en el tamaño y grosor de las conchillas indica variaciones en el régimen de energía. El hecho de que las conchillas desarticuladas más delgadas se encuentren completas y sin abrasión indica que estas sufrieron menor transporte que las conchillas más gruesas.

EP-18

Coordenadas:
X: 1034020

Y: 1518922



Bioesparudita empaquetada de conchas desarticuladas de bivalvo

Grainstone calcáreo de conchas desarticuladas de bivalvo.

Descripción: El armazón de la roca se encuentra integrado por conchillas desarticuladas de bivalvos y fragmentos de conchillas de bivalvos.

Las conchillas desarticuladas completas varían ampliamente en su largo y grosor, así;

Conchillas largas (4cm) y delgadas (0,7mm), conchillas largas (4cm) y gruesas (4mm) las cuales presentan abrasión pero aún conservan algo de su ornamentación, la conchilla desarticulada más grande tiene 10cm de largo y 1,5cm de grosor, en esta conchilla se puede observar la textura de la superficie conchular la cual es concéntrica.

Los fragmentos de conchillas de bivalvos también varían ampliamente en cuanto a su largo y grosor, dentro de estos fragmentos se distingue la vista lateral interna de una *Pterotrigonia*(recuadro negro) en la que se pueden observar los dientes cardinales.

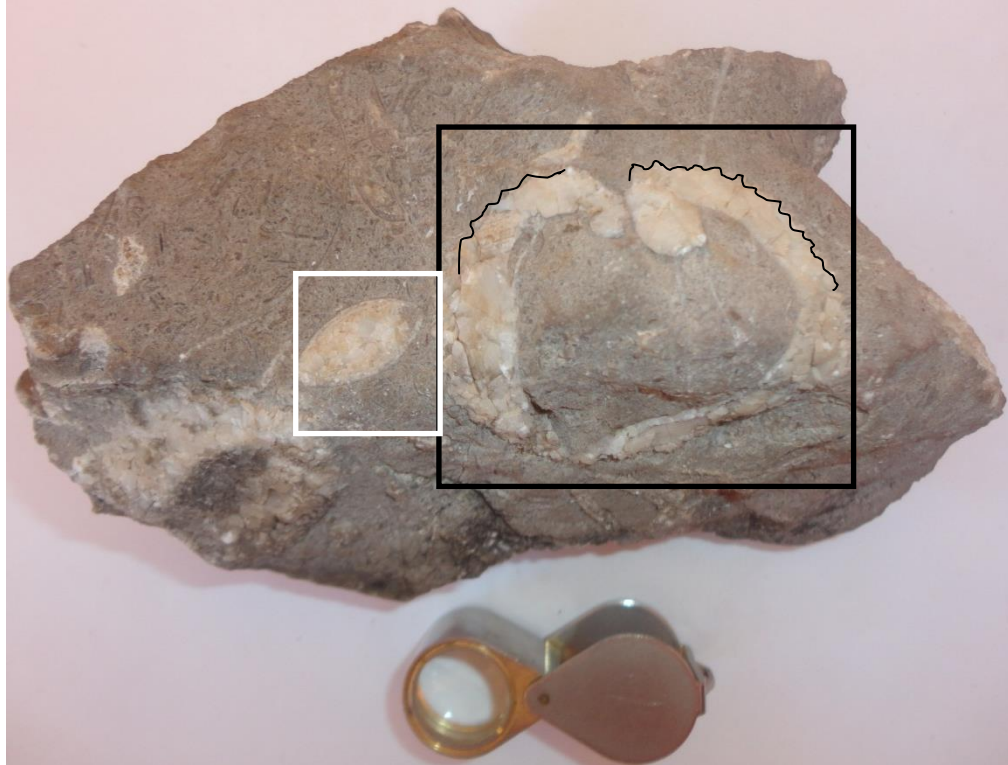
Interpretación: Se deducen fluctuaciones en el nivel de energía debido a las variaciones de tamaño que presentan las conchillas.

El hecho de que la ornamentación de las conchas no se encuentre ciento por ciento conservada implica un alto transporte de las mismas.

Coordenadas:

X: 1034020

Y: 1518922



Bioesparudita empaquetada de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos.

Grainstone calcáreo de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos.

Descripción: El armazón de la muestra está constituido por conchas de bivalvo articuladas y desarticuladas, así como por fragmentos de conchillas.

Las conchas articuladas se encuentran en tres tamaños diferentes:

Pequeñas: las cuales son cortas (1,8cm) y delgadas (1mm), se encuentran calcificadas y pertenecen a bivalvos equivalvos (recuadro blanco).

Medianas: cortas (2,5cm) y delgadas (3mm) y pertenecen a bivalvos equivalvos.

Grandes: largas (5cm) y gruesas (1,2cm), estas conchas son de bivalvos inequivalvos (recuadro negro), poseen ornamentación y se encuentran tectónicamente deformadas en su lado ventral.

Al igual que las conchillas articuladas, las conchillas desarticuladas se encuentran en tres tamaños:

Pequeñas: las cuales son cortas (1cm) y delgadas (3mm).

Medianas: las cuales poseen un largo de 2,5cm y un grosor de 3mm.

Grandes: las cuales son largas (5cm) y gruesas (1cm).

Los fragmentos de conchillas varían ampliamente en su grosor desde 1mm hasta 1cm.

Interpretación: La variación en el tamaño de las conchas indica variaciones en el régimen de energía.

El hecho de que existan conchas pequeñas desarticuladas sugiere, que estas sufrieron poco o ningún transporte.

Dado que el bivalvo inequivalvo aún conserva su ornamentación (algo desgastada), este debió haber sufrido poco transporte.

Coordenadas:

X: 1034020

Y: 1518922



Esparita rala de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos

Grainstone calcáreo de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos

Descripción: El armazón de la roca está constituido por bivalvos y fragmentos de conchillas de bivalvos.

Las conchillas desarticuladas completas son cortas (0,9cm) y delgadas (1mm).

Los fragmentos de conchillas varían en cuanto a su largo y grosor, siendo los fragmentos más gruesos los de 1cm, estos fragmentos presentan ornamentación, los fragmentos más delgados son los de 1mm de grosor.

La muestra posee estrías de falla.

EP-21

Coordenadas:

X: 1034020

Y: 1518922



Bioesparudita empaquetada de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos

Grainstone calcáreo de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos.

Descripción: El almacén de la roca está constituido por conchas desarticuladas de bivalvos y fragmentos de conchas de bivalvos.

Las conchas desarticuladas son de gran tamaño; 5,5cm de largo y 1cm de grosor, estas conchas se encuentran perforadas por otros organismos y poseen una superficie conchular concéntrica, las conchas de menor tamaño poseen un largo de 3,7cm y un grosor de 0,7cm.

Los fragmentos de conchas varían en su largo y grosor así:

Fragmentos conchulares de 1cm de largo y 0,3cm de grosor, estos fragmentos poseen ornamentación y algunos se encuentran perforados por otros organismos.

Coordenadas_

X: 1033946

Y: 1519027



Bioesparudita empaquetada de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos

Grainstone calcáreo de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos.

Descripción: El armazón de la roca está compuesto por conchas desarticuladas de bivalvo y fragmentos de conchas de bivalvo.

Las conchas de bivalvo se presentan en dos tamaños diferentes así:

Medianas: las cuales poseen un largo promedio de 3cm y un grosor de 0,7cm, algunas de estas conchas poseen ornamentación, la relación entre conchas medianas articuladas sin ornamentación y conchas con ornamentación es de 3:1.

Grandes: estas conchas son largas (6cm) y gruesas (1cm), sus bordes se encuentran bastante corroídos.

Los fragmentos de conchas varían en su grosor desde 1mm hasta 1cm, la gran mayoría poseen bordes angulares.

Algunos de los fragmentos conchulares se encuentran perforados (rectángulo negro).

Interpretación: Dado que las conchas se encuentran desarticuladas, y que los fragmentos de conchas varían mucho, se deduce fluctuaciones en el régimen de

energía.

El hecho de que las conchillas grandes presenten sus bordes corroídos y que las conchillas medianas aun presenten su ornamentación implica que estas últimas sufrieron menos abrasión y por ende menor transporte.

Coordenadas:

X: 1033381

Y: 1519353



Bioesparudita empaquetada de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos

Grainstone calcáreo de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos.

Descripción: El armazón de la roca está constituido por conchas desarticuladas de bivalvo y fragmentos de conchas de bivalvo.

Las conchillas desarticuladas completas pueden dividirse en dos grupos según su tamaño, así:

Pequeñas: las cuales son cortas (2cm) y delgadas (0,3cm), algunas de estas conchas presentan ornamentación.

Grandes: las cuales son largas (4,5cm) y gruesas (0,8cm).

Los fragmentos de conchillas no poseen un grosor mayor a 0,5cm.

El grado de cristalización en la muestra es bastante alto.

EP-24

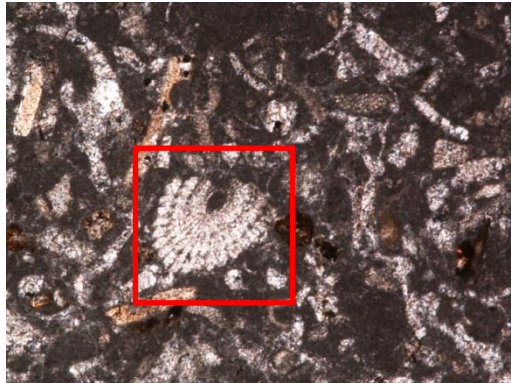
Coordenadas:
X: 1033381

Y: 1519353

A

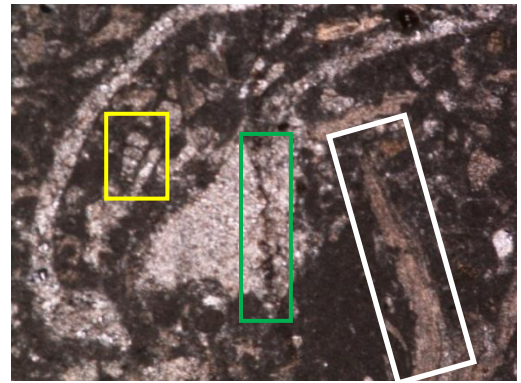


B



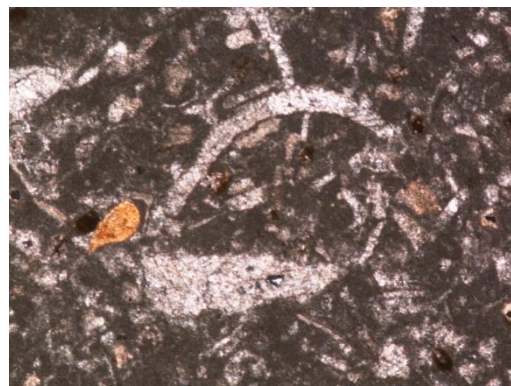
0,3mm

C



0,3mm

D



0,3mm

E



0,2mm

Blomicrarenita muy gruesa empaquetada de principalmente fragmentos de conchillas, con algunas espículas de equinodermos y fosfatos.

Packstone calcáreo de principalmente fragmentos de conchillas, con algunas espículas de equinodermos y fosfatos.

Descripción: El armazón de la sección se encuentra integrado principalmente por bioclastos en su gran mayoría conchillas (imagen D), pero también pueden distinguirse espículas de equinodermos y foraminíferos.

Las conchillas se presentan en su totalidad desarticuladas y varían ampliamente en cuanto a su tamaño y grosor; siendo las conchillas más grandes las que poseen un largo de 4mm y un grosor de 1mm, en su gran mayoría se encuentran completas pero también se observan fragmentadas.

Así mismo, se observan conchillas grandes (4mm) y delgadas (0,3mm), las cuales se encuentran tanto completas como fragmentadas, las conchillas más pequeñas poseen un largo de 1mm y un grosor de 0,03mm.

Las espículas de equinodermos (recuadro rojo ubicado en la parte central de la imagen B) se encuentran completas las más pequeñas (radio de 0,1mm) y fragmentadas las más grandes (radio de 0,3mm), en estas últimas la cavidad central se encuentra rellena de micrita.

Los foraminíferos (recuadro amarillo ubicado en la parte mitad izquierda de la imagen C) se encuentran completos y rellenos de carbonato de calcio, los más grandes poseen un largo de 0,3mm.

Las *Serpulasp* (círculo azul ubicado en la parte central de la imagen E) presentan una geometría circular perfecta, con su cavidad rellena de micrita y la pared de carbonato de calcio.

Por último también se evidencia la presencia de algas (rectángulo blanco ubicado en la parte derecha de la imagen C) de un tamaño promedio de 2mm y estilolitos (recuadro verde ubicado en la parte central de la imagen C).

Interpretación: La presencia de algas me indica que el ambiente de depositación era un ambiente muy somero, el hecho de que las cavidades centrales de las espículas de los equinodermos y las *Serpulasp* se encuentre rellena por micrita indica que la energía del ambiente era muy baja energía como para lavar el lodo calcáreo.

Los estilolitos me indican disolución por aumento en la presión ya sea por enterramiento o por tectónica.

Coordenadas:

X: 1033924

Y: 1519856

**Toba riolítica de lapilli.**

Descripción: Roca de textura microporfírica en la cual se observan microfenocristales feldespato potásico (48%), plagioclasa (30%) y cuarzo (22%), embebidos en una matriz afanítica de color negro.

Los microfenocristales de feldespato potásico se presentan como cristales rectangulares subhedrales de color salmón.

Los microfenocristales de cuarzo son reconocibles por su brillo vítreo, son anhedrales y presentan bordes corroídos con un tamaño promedio de 0,5mm.

La plagioclasa se presenta en microfenocristales anhedrales de color blanco muy pálido.

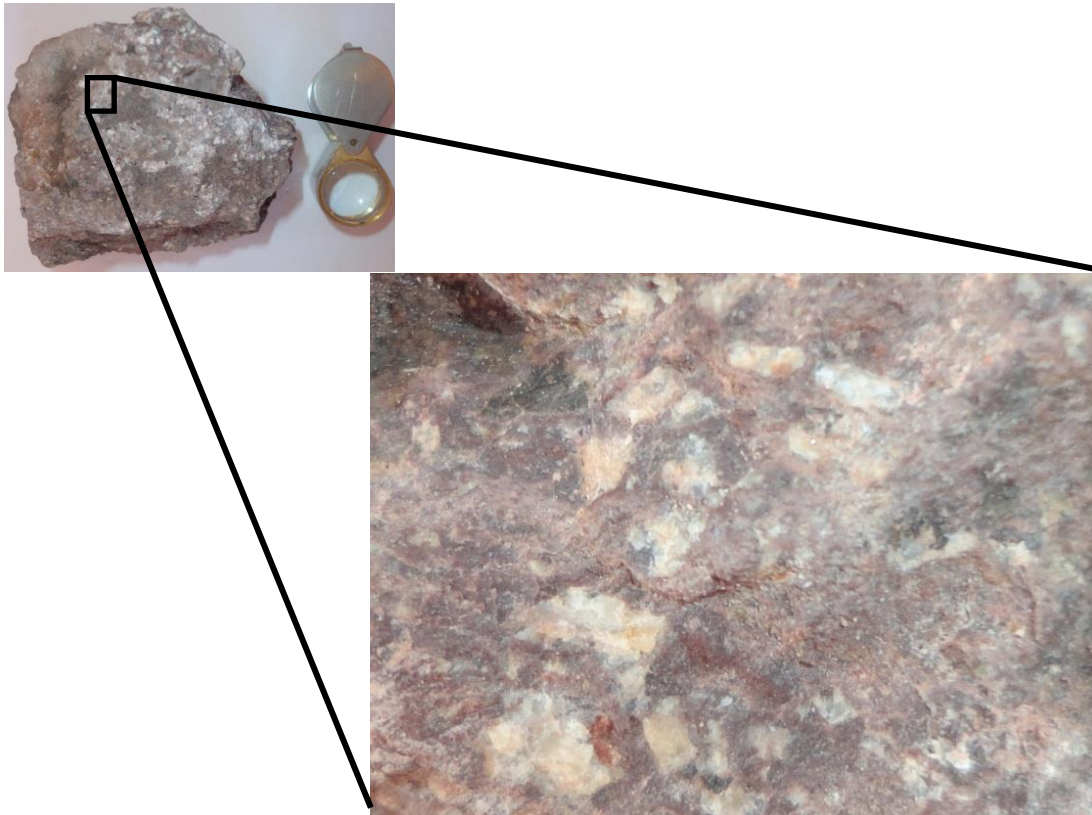
El cuarzo se presenta en microcristales anhedrales translucidos.

La muestra presenta también óxidos de hematites y Limonita así como un gran número de oquedades.

Coordenadas:

X: 1034094

Y: 1519856

**Toba riolítica de lapilli.**

Descripción: Roca de textura microporfírica en la cual se observan microfenocristales feldespato potásico (55%), plagioclasa (30%) y cuarzo (15%), embebidos en una matriz afanítica de color morado.

Los microfenocristales de feldespato potásico se presentan como cristales rectangulares subhedrales de color salmón.

Los microfenocristales de cuarzo son reconocibles por su brillo vítreo, son anhedrales y presentan bordes corroídos con un tamaño promedio de 0,5mm.

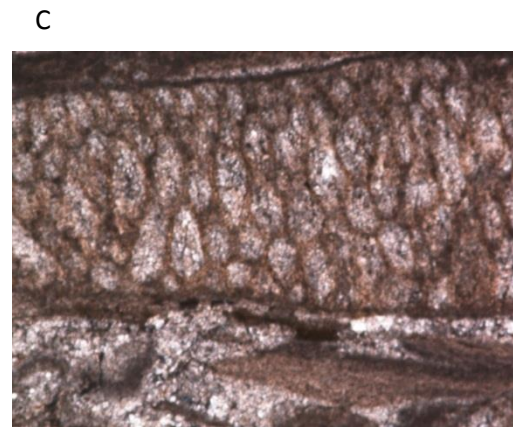
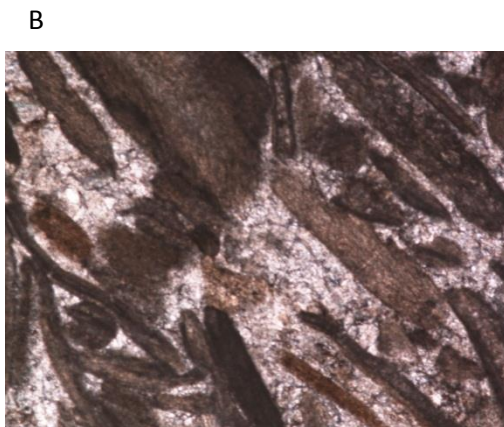
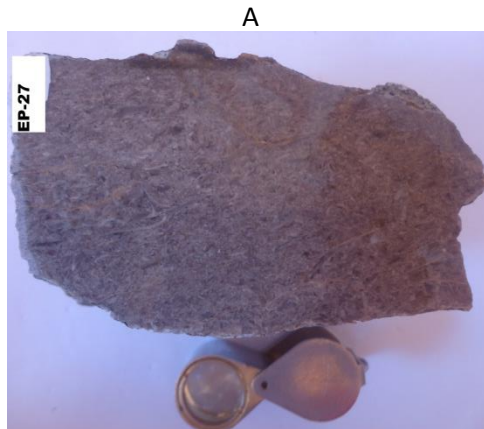
La plagioclasa se presenta en microfenocristales anhedrales de color blanco muy pálido.

EP-27

Coordenadas:

X: 1034080

Y: 1519016



Bioesparudita empaquetada de restos vegetales.

Grainstone de restos vegetales.

Descripción: El armazón de la sección se encuentra integrado en su mayoría por restos algales los cuales varían en su largo desde 0,2 mm hasta 6 mm, en algunas ocasiones puede observarse la estructura interna de dichos restos, en menor proporción se presentan fragmentos de conchas de bivalvos.

Los fragmentos de conchillas de bivalvos poseen un largo promedio de 3mm y un grosor promedio de 0,25 mm, estos fragmentos conchulares no superan el 1% de los bioclastos de la sección.

También se observan fosfatos de geometría rectangular.

EP-28

Coordenadas:

X: 1034085

Y: 1519031



Brecha calcárea.

Descripción: Brecha de falla.

Muestra tomada de una zona de falla en donde encontramos fragmentos de caliza de tamaño guijos con cemento esparítico y matriz de lodo calcáreo.

Al partirse la roca presenta olor a gas.

Coordenadas:

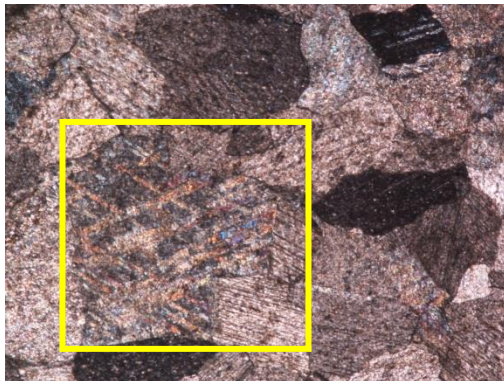
X:1034100

Y: 1519049

A

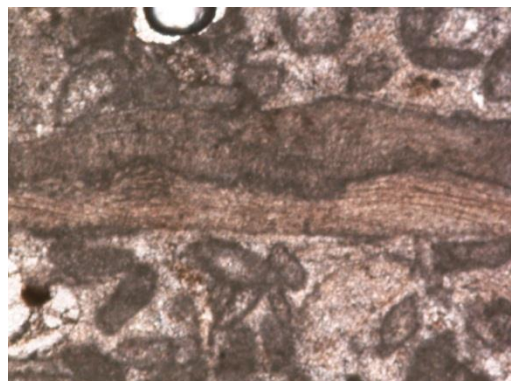


B



— 0,3mm

C



— 0,3mm

Bioesparenita gruesa de restos algales mal calibrada.

Grainstone calcáreo de restos algales.

Descripción: El armazón de la sección se encuentra constituido por restos algales, los cuales presentan rangos bastante amplios en cuanto a la variación de su largo y espesor, que van desde 6mm, siendo los más pequeños los de 0,2 mm, en su gran mayoría estos restos poseen geometrías alargadas (rectangulares) pero también se presentan en geometría semicirculares.

Se observa una conchilla desarticulada de 3 cm la cual presenta ornamentación, pero dicha ornamentación solo se conserva en la parte superior de la concha, la conchilla está constituida por calcita.

En la imagen B se observa un mosaico de calcita con su maclado polisintético característico (recuadro amarillo).

En la imagen C se observan restos algales cementados por esparita.

EP-30

Coordenadas:

X: 1034108

Y: 1519063



Bioesparudita rala de fragmentos de roca.

Grainstone calcáreo de fragmentos de roca.

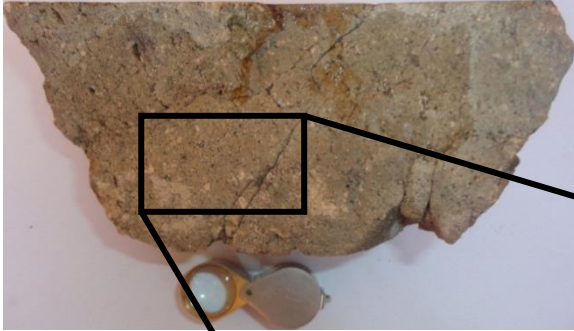
Descripción: El armazón de la roca está compuesto por fragmentos de conchas, los cuales poseen bordes redondeados, y un grosor promedio de 5mm, en muchos de dichos fragmentos el carbonato de calcio ha recristalizado a espar. La roca se encuentra bastante fracturada y presenta un aspecto dolomítico. El grado de recristianización es bastante alto.

EP-31

Coordenadas:

X: 1033759

Y: 1520794



— 5mm

Toba riolítica de ceniza gruesa.

Descripción: Toba con fragmentos de un tamaño que oscila entre 1/16mm y 2mm.

Taba de ceniza gruesa y de composición Riolítica debido al porcentaje de feldespato potásico y cuarzo.

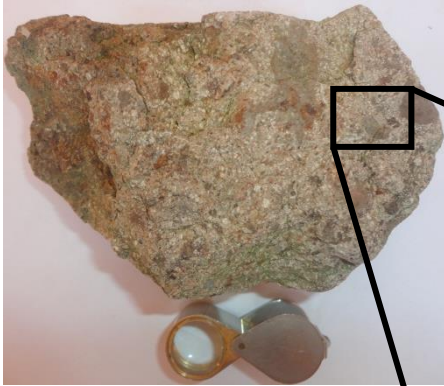
Matriz de ceniza.

EP-32

Coordenadas:

X: 1033907

Y: 1520581



10mm

Toba riolítica de lapilli.

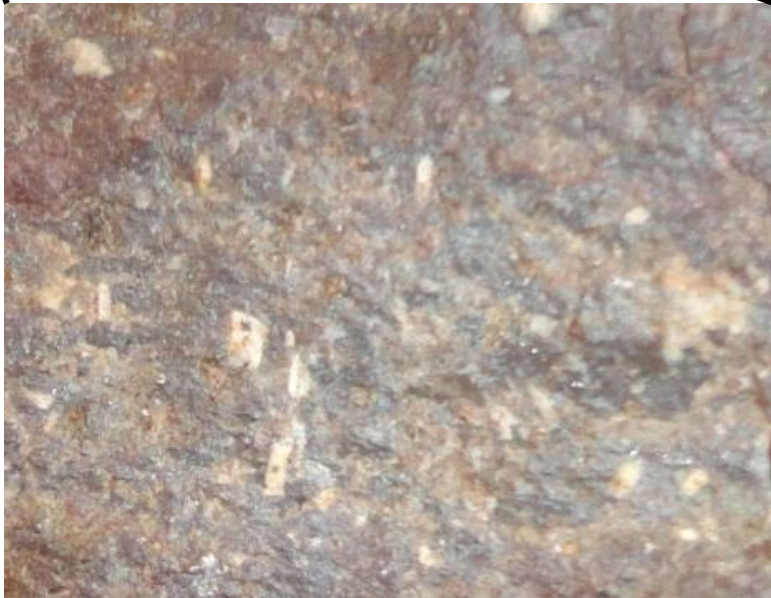
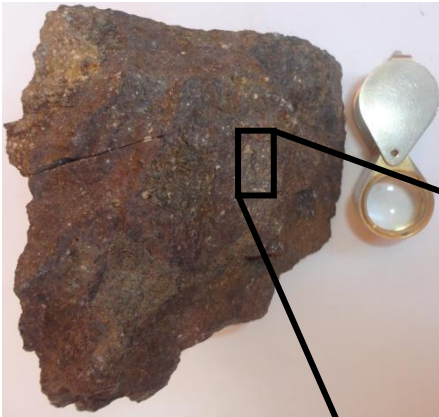
Descripción: Toba con fragmentos de un tamaño que oscila entre 2mm y 10mm.
Roca lapilli y de composición Riolítica.
Matriz de ceniza.

EP-33

Coordenadas:

X:1033612

Y: 1520449



— 3mm

Toba Andesítica de Ceniza Gruesa.

Descripción: Toba con fragmentos de tamaño ceniza gruesa, presenta 7% de granos tamaño arena media de plagioclasa.

La roca se encuentra algo oxidada.

La matriz de la muestra es de composición andesítica.

EP-34

Coordenadas:

X: 1033876

Y: 1521195



Toba Riolítica de Ceniza Gruesa.

Descripción: Toba con fragmentos de tamaño ceniza gruesa. Presenta un alto porcentaje de feldespato potásico y más del 10% de cuarzo. Matriz de ceniza.

EP-35

Coordenadas:

X: 1033876

Y: 1521195



Toba Riolítica de ceniza gruesa.

Descripción: Los fragmentos que componen la muestra poseen un tamaño de ceniza gruesa, presenta patinas de feldespatos pero en un porcentaje bajo así como una leve alteración potásica.

Matriz de composición andesítica.

EP-36

Coordenadas:

X: 1033511

Y: 1520890



Toba Riolítica de ceniza gruesa.

Descripción: Los fragmentos que se encuentran en la muestra son de tamaño ceniza gruesa.

La roca posee un porcentaje alto de feldespato potásico y 10% de cuarzo, su color es rosado rojizo y presenta alteración.

EP-37

Coordenadas:

X: 1033511

Y: 1520890



Toba Andesítica de ceniza gruesa.

Descripción: La muestra presenta una coloración negra y tonos verdosos producto de la alteración, también se pueden observar granos de calcita con un porcentaje de 2%, patinas calcáreas.

Coordenadas:**X: 1033511****Y: 1520890**

- 1) Toba Riolítica de Ceniza Gruesa**
- 2) Toba Andesítica de Ceniza Gruesa.**

Descripción: Esta muestra pertenece a una zona de contacto a continuación se describirán por separado:

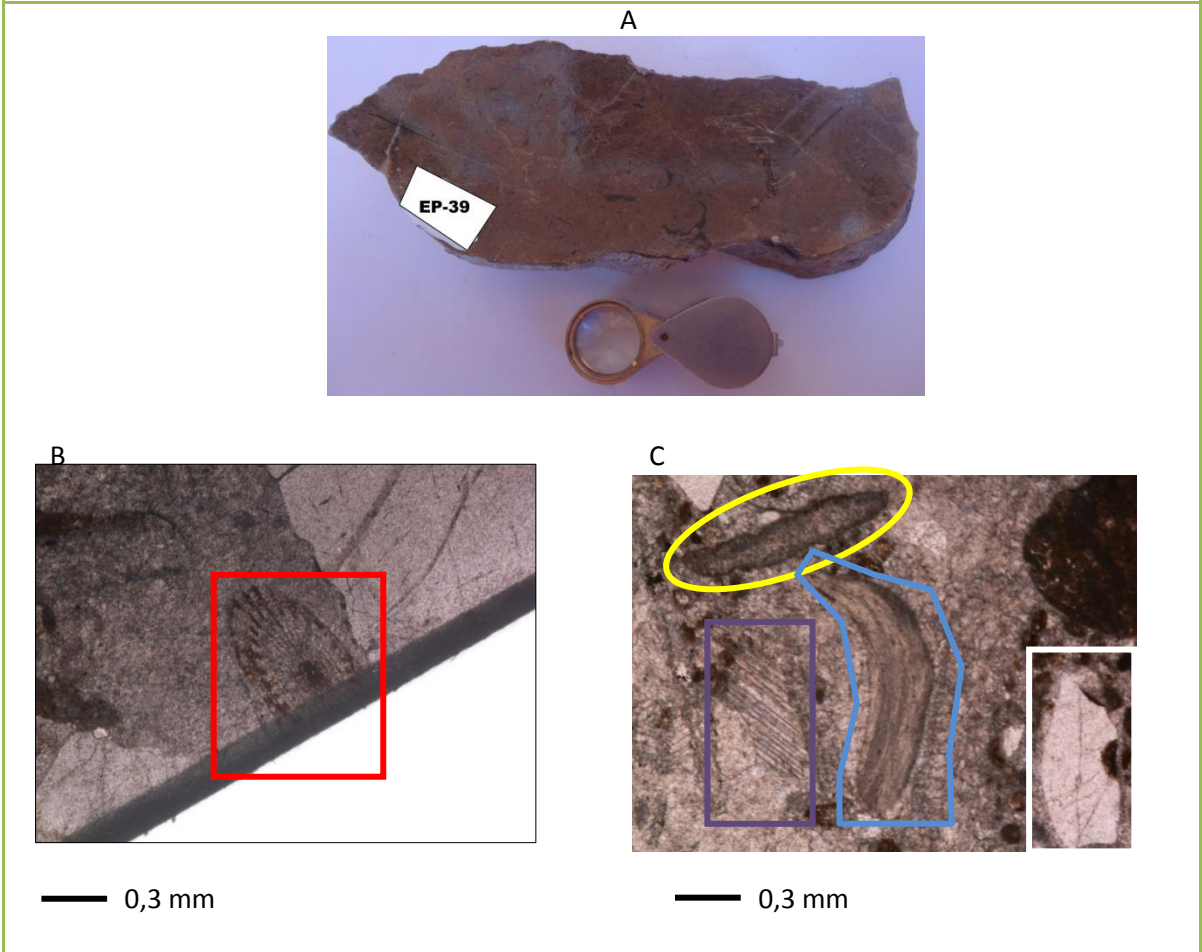
- 1)** Alto porcentaje de feldespato potásico, se observa alteración potásica. Composición Riolítica.
- 2)** Presenta una coloración negra y verde esta última tal vez producto de la alteración (epidota), presenta granos y patinas calcáreos.

EP-39

Coordenadas:

X: 1033255

Y: 1519765



Intraesparenita (Presenta material Terrígeno).

Grainstone calcáreo (Presenta material Terrígeno).

Descripción: La muestra posee una matriz arenosa y cemento calcáreo, así como gran cantidad de intraclastos calcáreos, el contenido de fósiles no supera el 1% del volumen total de la roca.

Se observan bioclastos de un grosor que oscila entre 0,5mm y 1mm y hasta 5mm de largo, material peletífero y granos terrígenos.

El contenido lítico no supera el 20%. La roca presenta una matriz calcárea, cementado con micrita, fragmentos esqueléticos de bivalvos, presenta restos algales alargados (23 divisiones en lente de 10x, espículas y placas de equinodermos), y se presenta un porcentaje de 10% de fragmentos terrígenos de cuarzo. Restos de Pserpulas (anhelidos). En la imagen B en el recuadro rojo se observa una espícula de equinodermo. En la imagen C se distinguen restos algales (ovalo amarillo y polígono celeste) así como cuarzo (rectángulo blanco) y calcita con su maclado polisintético (rectángulo violeta)

EP-40

Coordenadas:

X: 1033339

Y: 1519763



Toba Andesítica de Ceniza Gruesa.

Descripción: La muestra presenta un alto contenido de venas de calcita de hasta 2mm (posible origen hidrotermal), gran cantidad de clastos y patinas calcáreas y granos de plagioclasa.

El color de la roca es vino tinto negruzco

Se deduce que la roca ha sido lavada con fluidos calcáreos por ubicarse en la zona próxima al contacto con rocas calizas.

EP-41

Coordenadas:

X: 1032973

Y: 1519975



Bioesparudita Rala de restos vegetales.

Grainstone Calcáreo de restos vegetales.

Descripción: La muestra es bastante compacta, presenta pocos fósiles (1%), se observan algunos bioclastos (pellets 5%) de un tamaño máximo de 2mm, así como también un molde mal conservado de bivalvo.

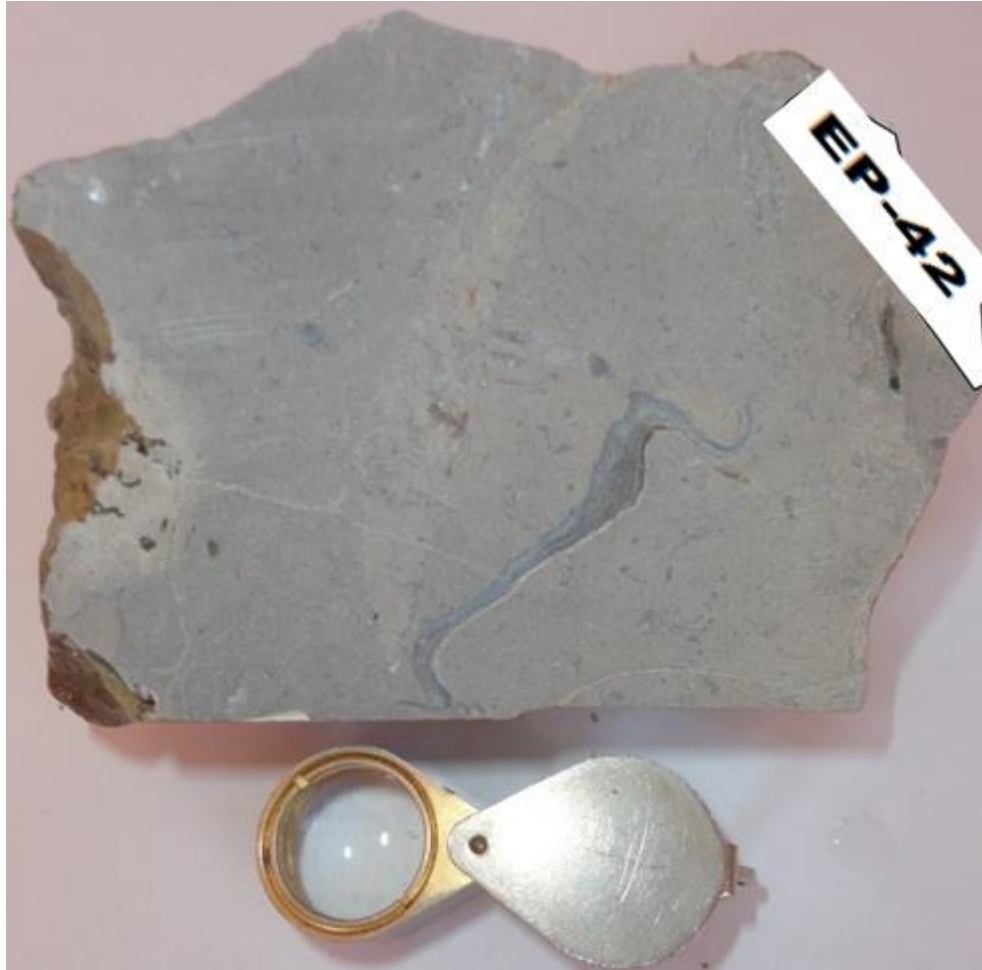
Al partirse la roca huele a gas.

EP-42

Coordenadas:

X: 1032916

Y: 1520004



Bioesparudita de ostreidos.

Grainstone Calcáreo de ostreidos.

Descripción: Roca muy compacta, presenta icnofósiles (15%), conchas de un tamaño máximo de 4cm rellenas de cemento esparítico así como conchillas de 3mm.

En algunas zonas se observan concentraciones de calcita, en una cavidad de la muestra se distinguen precipitación de calcita en forma de microestalactitas.

La cantidad de oolitos y pellets no supera el 2% de la muestra.

Hay óxidos de pirita.

Al partirse la roca presenta olor a gas.

EP-43

Coordenadas:

X: 1032916

Y: 1520004



Bioesparudita de Bivalvos del orden ostreido y glycymeris.

Grainstone Calcáreo de Bivalvos del orden ostreido y glycymeris.

Descripción:

OSTREIDOS: poseen un grosor de menos de 1mm y se encuentran muy deformados, presenta una concha de 4 cm desarticulada con una deformación leve.

GLYCYMERIS: se observa una concha desarticulada de 2cm con una leve deformación y a la cual se le alcanzan a observar las costillas.

No se observa perforaciones en las conchas por otros organismos.

Al ser golpeada la roca huele a gas.

Coordenadas:

X: 1032916

Y: 1520004



Bioesparudita de Bivalvos del orden ostreido y glycymeris.

Grainstone Calcáreo de Bivalvos del orden ostreido y glycymeris.

Descripción: Conchas desarticuladas con poca deformación de un largo que oscila entre 1cm y 3cm y un grosor entre 1mm y 3mm.

Los Ostreidos son de 2,5 cm con una deformación suave.

Se observa un Gasterópodo Turriteliforme.

La roca presenta pellets y oolitos de 1mm y 2mm, el 10% de estos se encuentran dispuestos aleatoriamente, los oolitos presentan una leve deformación.

EP-45

Coordenadas:

X: 1032607

Y: 1520111



Bioesparudita.

Grainstone.

Descripción: No se alcanzan a observar fósiles, se aprecian especies de pequeñas bolsas de 3mm de mineralización fibrosa de calcita. Presenta algunos granos de pirita diseminada oxidada. Al partirse la roca presenta olor a gas.

EP-46

Coordenadas:
X:1032492

Y: 1520116



Bioesparudita de Cnidarios.

Grainstone de Cnidarios.

Descripción: La roca presenta un alto contenido de Cnidarios (20%) los cuales le proporcionan una textura moteada, se encuentran rellenos de calcita, en algunas zonas de la muestra se puede determinar su longitud la cual alcanza ser de 5cm, presentan una geometría en Y. Estos Cnidarios están alineados en una dirección preferencial.

EP-47

Coordenadas:

X: 1032944

Y: 1520099



Bioesparudita de ostreidos.

Grainstone de ostreidos.

Descripción: Roca bastante compacta, se presentan fósiles (7%), en las zonas en donde se dio disolución esta es rellenada por calcita de habito fibroso.

Las conchillas que se observan son de 0,1 a 1cm, las más gruesas son de 1cm estas presentan una deformación leve, las conchas de menor tamaño presentan una deformación media a leve y se encuentran desarticuladas, la textura de las conchas es rizada, se encuentran en una dirección preferencial.

Se presentan Gasterópodos muy delgados y solo uno tiene buena apreciación y simetría, el resto aparecen partidos y deformados así como ostreidos de 2cm de grosor.

Al partirse la roca presenta olor a gas

Los Turriteliformes están recristalizados.

EP-48

Coordenadas:

X: 1033054

Y: 1520291



Bioesparudita de restos vegetales.

Grainstone de restos vegetales.

Descripción: La roca bastante compacta, no se observan fósiles.

Presenta pellets>oolitos 15% de un tamaño menor a 0,5mm, presenta una vena de calcita de 5mm de espesor, esta vena atraviesa toda la muestra y la divide en dos.

Al partirse la roca presenta un leve olor a gas.

EP-49

Coordenadas:

X: 1033327

Y: 1520499



Bioesparudita de restos vegetales.

Grainstone de restos vegetales.

Descripción: Roca compacta.

No se observan fósiles, la muestra presenta zonas de concentración de calcita pero estas concentraciones no presentan simetrías ni semejan fósiles, también presentan patinas negras.

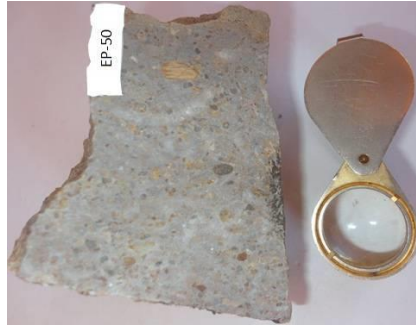
Al partirse la roca presenta un leve olor a gas.

EP-50

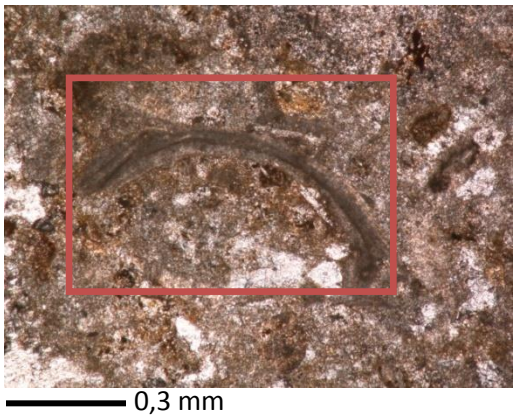
Coordenadas:
X: 1033332

Y: 1520523

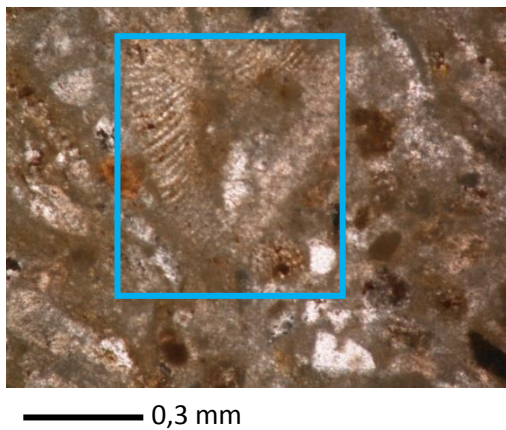
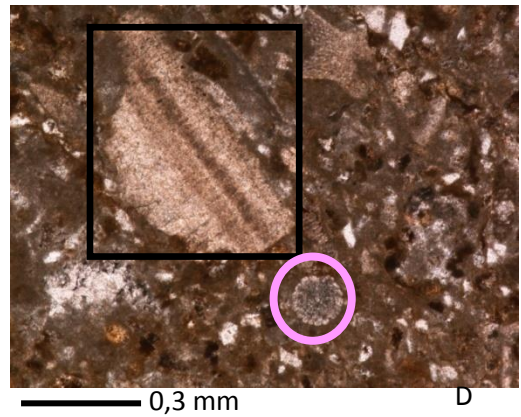
A



B



C



Bioesparudita de restos vegetales.

Grainstone de restos vegetales.

Descripción:La roca es esparítica típica, litarenita calcárea, presenta fragmentos de caliza, restos algales, vegetales (figura C recuadro negro) y restos de pólipos, 5% de granos de cuarzo, restos de conchas de bivalvos desarticuladas (figura B recuadro vino tinto) (algunos con costillas, figura D recuadro celeste), presentan

un 10% de diatomeas (círculos rosados figuras B y C).

EP-51

Coordenadas:

X: 1033214

Y: 1520505



Brecha de falla.

Descripción: Muestra tomada de una zona de falla en donde encontramos fragmentos de caliza de tamaño guijos con cemento esparítico y matriz de lodo calcáreo.

Al partirse la roca presenta olor a gas.

EP-52

Coordenadas:

X: 1033206

Y: 1520534



Bioesparudita.

Grainstone.

Descripción: Roca muy compacta, presenta fósiles de un tamaño máximo de 3cm, conchas desarticuladas pero sin deformación así como Turritelas (gasterópodo) ubicadas de forma aleatoria, la proporción de los gasterópodos y bivalvos es de 7:1.

Al partirse la roca presenta un leve olor a gas.

EP-53

Coordenadas:

X: 1033098

Y: 1520507



Bioesparudita de ostreidos.

Packstone de ostreidos.

Descripción: Presenta fósiles de Ostreidos en un 30% las conchas con poca deformación presentan perforaciones por otros organismos, las conchas que presentan mayor deformación no presentan perforación.
Al partirse la roca presenta olor a gas.

EP-54

Coordenadas:

X: 1033075

Y:1520501



Bioesparudita de bioclastos de bivalvos.

Grainstone de bioclastos de bivalvos.

Descripción: Roca Biosoportada bastante compacta.

Presenta conchas de Bivalvos 15% desarticuladas, algunas son delgadas y no presentan deformación, las más gruesas se encuentran deformadas pero sin romperse, la concha presenta costillas.

EP-55

Coordenadas:

X: 1033412

Y: 1520074



Bioesparudita de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos

Grainstone de conchas de bivalvos completas desarticuladas y fragmentos

Descripción: Roca Biosoportada bastante compacta.

Presenta conchas de Bivalvos (6%), el tamaño de las conchas varía desde 1mm hasta 3mm, dichas conchas se encuentran desarticuladas, sin perforaciones ni deformación.

Hay una concha de ostreido de 1mm de espesor.

Se observan cristales oscuros de brillo vítreos y granos líticos en las caras externas de la roca.

Al partirse la roca presenta un leve olor a gas.

