

Caracas, Mayo de 2012

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Facultad de Ingeniería, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Fernando D. Nevado P., titulado:

**"INTEGRACIÓN GEOLÓGICA-DE LA REGIÓN MOROTURO-
PALMASOLA, ESTADOS YARACUY Y LARA, VENEZUELA"**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Geólogo, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Ruthman Hurtado

Jurado

Prof. Sebastian Grande

Jurado

Prof. Franco Urbani

Tutor

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a mis padres, Mireya y Fernando, por dar siempre todo lo que estuvo a su alcance para que lograra esta meta; a mi Hermano, Jean Pyert, por los consejos y su apoyo incondicional; a mis tíos, primos y abuelos por siempre estar pendiente y apoyarme.

Al profesor Franco Urbani por darme la oportunidad de ser su tesista y aconsejarme a lo largo de este proyecto y ser un ejemplo de constancia y disciplina, por eso y mucho más gracias.

Al profesor Ricardo Alezones por estar siempre ahí para cualquier pregunta y siempre tener el tiempo para ayudarme sin importar cuán ocupado estuviera. Me enseñó muchas de las cosas que se actualmente se, y que la docencia no es tan fea como la pintan. A sido y será un gran apoyo, compañero, amigo y una excelente persona.

Al profesor David Mendi (que pacho?!) por las oportunidades, los consejos y los campos que por bien o mal fueron buenos. A Lenin por los consejos, la confianza y las oportunidades otorgadas. A Enzo por los consejos y la paciencia para contestar las dudas que generó la realización de los mapas. A los profesores Sebastian y Ruthman por ayudarme con la realización del análisis petrográfico. A los profesores Humberto Dugarte, Rafael Falcón, Singer y Audemard por ofrecerme las mejores clases de mi carrera.

A Mafer por haber sido parte importante de esta etapa, por no dejarme caer y aconsejarme cuando más lo necesite, en verdad muchas gracias.

A mis grandes mujeres de la escuela Yessy (bebe) y Mariale, por siempre estar ahí cuando las necesite, para escuchar mis problemas académicos y extraacadémicos, por ser incondicionales, por aguantar mis malos momentos y los buenos también, por todo vale las amo!!.

A Walter (mi llave) por la ayuda con el campo de la tesis, por las fotos (aunque no eres buen fotógrafo), con la realización de los mapas, por los tiempos de campo corto y preparaduría, sin duda buenos momentos. A Alí por ser tan pana y haberme ayudado durante la realización de la tesis, que bien haber tenido un compañero como tú en la universidad en serio.

A Jeff (pupilo), la Rasta, Osama, el Músico, Cristian, Juanpi, Juan, Mafino, Rodolfo, Cipriano, Valentina, Gustavo y Carlos por esos tiempos de primeros semestres en la cancha, en los Chaguaramos, en la Universidad en general, cuando eramos felices y no lo sabiamos.

A mis compañeros de geología Shira, Karla, Sarai, Andres, Andrei, Daniel, Carlos (Chuwaca), Jhonda, Roberto, Raul, Marifred, Goyo, Daniela, Laura, Karen, Rosbeidy, Elisa, Eduardo, Marquito (ehhhhh), Javier y Patricia por los trasnochos, las piquetas, los campos, los consejos, la ayuda y los grandes momentos. Al combo de la escuela Marly, Ricardo, Sasha, Yuli, Laura, Nina, Luis y Ache por esos buenos e inolvidables momentos vividos, así se vive la universidad!!.

A mis compañeros y hermanos de la vida Portu, Chente, Alejandro, Joel, Victor, el Aleman, Lilo, Amy, Ricardo, Jose Joaquín, Alexandra, Vanessa, Luis, Yetza y Maria por estar pendientes y siempre estar ahi cuando los necesite.

A todas aquellas personas que de una u otra manera tuvieron que ver con la realización de este trabajo y aquellas que no mencione porque se me olvido, en verdad muchas gracias.

Nevado P. Fernando D.

INTEGRACIÓN GEOLÓGICO-DE LA REGIÓN MOROTURO-PALMASOLA, ESTADOS YARACUY Y LARA, VENEZUELA

Tutor: Dr. Franco Urbani. Tesis, Caracas UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. 2012, p. 217

Palabras clave: Formación Matatere, Yumare, San Quintín, cartografía, petrografía.

Resumen: La zona de estudio se encuentra ubicada en el occidente de Venezuela, específicamente entre los estados Lara, Yaracuy y Falcón, el área abarcada es de 1.900 km². El presente trabajo pretende: a) integrar la cartografía geológica de la región comprendida entre Moroturo y Palmasola, b) reconocer y caracterizar un cuerpo de la Formación Matatere, que a su vez incluye un cuerpo de rocas volcánicas ubicado en la serranía de Agua Fría, estado Lara, c) caracterizar las muestras ígneo-metamórficas del conglomerado de la Formación Casupal y d) caracterizar, diferenciar e intentar determinar la relación entre los esquistos de Mamey y Aroa. Para llevar a cabo los objetivos se recolectaron mapas geológicos locales y regionales de la zona realizados por autores previos, y de cuya integración, junto al trabajo de campo propio se generaron 15 cartas geológicas actualizadas a escala 1:25.000 y una carta geológica a escala 1:100.000. La cartografía geológica fue acompañada por el levantamiento geológico de una sección de la Formación Matatere en la quebrada Sanchón, de la Formación Casupal en la quebrada Aguacate, de los esquistos de Mamey y Aroa en las quebradas Las Guabinas y Charo Grande y El Charal respectivamente, y del cuerpo volcánico incluido en la Formación Matatere en un tributario de la quebrada Chiquinquira del sector Caño Negro, así como de los correspondientes análisis petrográficos de 17 muestras recolectadas.

La historia geológica del área de estudio comienza en el Proterozoico con la formación de los protolitos de los complejos San Julián y Yumare por procesos sedimentarios y magmáticos. Para el Cretácico Temprano se deposita como una secuencia volcano-sedimentaria el Complejo San Quintín asociada al arco de islas situado al noroeste del margen pasivo suramericano, y la formación de un terreno asociado al Complejo Nirgua en una zona de subducción del Pacífico. En el Cretácico Tardío, en el margen pasivo al norte del país se deposita la Formación La Luna. A partir del Paleoceno hasta el Reciente, la sedimentación es sin-tectónica y controlada por la interacción entre la placa Caribe y la placa Suramericana, siendo los eventos más importantes el emplazamiento de los terrenos que conforman la Cordillera de la Costa en el Eoceno Medio-tardío, la apertura de la cuenca de Falcón en el Oligoceno y su inversión durante el Mioceno Medio.

Existen cuatro sistemas estructurales desarrollados en la región. El primero consiste en fallas de corrimiento con orientación suroeste-noreste desarrolladas durante el Eoceno Tardío al Oligoceno temprano, que colocan en contacto las unidades cretácicas metamórficas con las formaciones Matatere y La Luna. El segundo corresponde a una serie de plegamientos paralelos con orientación este-noreste y fallas de ángulo alto con componente transcurrente dextral y orientación este-oeste que deforman y desplazan las

unidades terciarias, estas estructuras están asociadas al levantamiento de la cuenca de Falcón en el Mioceno Medio. El tercer sistema desarrollado hacia el Mioceno Medio consiste de fallas de ángulo alto que cortan internamente a las unidades. El cuarto sistema desarrolladas entre el Mioceno Medio y el Reciente comprende fallas de ángulo alto con orientación noroeste-sureste que segmentan a todos los sistemas estructurales anteriores y un sistema de fallas neotectónicas de corrimiento en los valles de Aroa y Moroturo producto del cierre de dichas cuencas, en donde las unidades cuaternarias están siendo sobrecorridas por las más antiguas.

En la sección levantada de la quebrada Sanchón, la Formación Matatere contiene cuatro tipos litológicos: arenisca feldespática y cuarzosa y ortoconglomerado y paraconglomerado polimíctico, ambos presentan indicios de diagénesis tardía y de una compactación media. En el levantamiento realizado en el cuerpo volcánico incluido en la Formación Matatere se identificó metatoba con aspectos característicos de un metamorfismo de bajo grado de la facies prehnita-pumpelita que se asocia al Complejo San Quintín. En la sección del Esquisto de Mamey aflorante en la quebrada Las Guabinas se identificaron tres tipos litológicos muy foliados y con indicios de bajo metamorfismo. En las quebrada Charo Grande y El Charal se identificaron 11 tipos litológicos del Esquisto de Aroa caracterizados por ser esquistosos y contener minerales como clorita, epidoto, plagioclasa, cuarzo, calcita y actinolita; esta unidad se asocia a un metamorfismo regional correspondiente a la subfacies cuarzo-albita-moscovita-clorita de la facies del esquisto verde. Los clastos recolectados del conglomerado de la Formación Casupal en la quebrada Aguacate están conformados por mármol, caliza, esquisto y cuarzo, provenientes probablemente del Complejos Yumare, Esquisto de Aroa y la Formación La Luna

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	2
1.3. METODOLOGÍA.....	5
1.3.1. Etapa I: Recopilación de información bibliográfica.....	5
1.3.2. Etapa II: Trabajo de campo.....	6
1.3.3. Etapa III: Trabajo de laboratorio y oficina	8
2. GEOLOGÍA REGIONAL.....	10
2.1. TRABAJOS PREVIOS.....	10
2.2. TECTONO-ESTRATIGRAFÍA.....	12
3. GEOLOGÍA LOCAL	20
3.1. GENERALIDADES.....	20
3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS	23
3.2.1. Unidades sedimentarias.....	23
3.2.1.1. Formación La Luna.....	23
3.2.1.2. Formación Matatere.....	25
3.2.1.3. Caliza Fosilífera	40
3.2.1.4. Formación Casupal.....	43
3.2.1.5. Formación Capadare.....	48
3.2.1.6. Formación Cueparo.....	51
3.2.1.7. Formación Ojo de Agua.....	53
3.2.1.8. Formación Guaidima.....	54
3.2.1.9. Unidades cuaternarias.....	56
3.2.2 Unidades metamórficas.....	58
3.2.2.1. Complejo San Julián	58
3.2.2.2 Complejo Yumare.....	75
3.2.2.3 Complejo San Quintín.....	78

3.2.2.4. Complejo Nirgua	84
3.2.2.5. Esquisto de Mamey	89
3.2.2.6. Esquisto de Aroa	93
3.2.2.7. Serpentinita.....	107
3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL.....	111
3.3.1. Fallas de corrimiento	111
3.3.2. Fallas de alto ángulo	114
3.3.3. Pliegues.....	115
4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES	117
4.1. INTERPRETACIONES PETROGRÁFICAS	117
4.1.1. Serpentinita.....	117
4.1.2. Complejo San Quintín	117
4.1.3. Esquisto de Mamey.....	118
4.1.4. Esquisto de Aroa.....	118
4.1.5. Formación Matatere.....	120
4.2. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS	123
4.3. MODELO EVOLUTIVO	127
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
5.1.SUMARIO.....	134
5.1.1. Unidades y yuxtaposición.....	134
5.1.2. Estructuras.....	135
5.1.3. Petrología y petrografía	135
5.1.4. Cartografía geológica.....	137
5.2.CONCLUSIONES.....	137
5.3.RECOMENDACIONES.....	137
6. BIBLIOGRAFÍA	139
APÉNDICE A: GEOGRAFÍA FÍSICA	145
APÉNDICE B: CLASIFICACIONES DE ROCAS	150
APÉNDICE C: SÍNTESIS DE OBSERVACIONES DE CAMPO, DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO Y PETROGRAFÍA	160
ANEXO I: Mapa geológico de Las Guabinas, Hoja 6347-I-NE, estado Lara	210

ANEXO II: Mapa geológico de Los Tatueros, Hoja 6347-I-SE, estado Lara y Yaracuy.....	211
ANEXO III: Mapa geológico de Moroturo, Hoja 6347-I-SO, estados Lara	212
ANEXO IV: Mapa geológico de Palmasola, Hoja 6447-I-NE, estados Falcón y Yaracuy.....	213
ANEXO V: Mapa geológico de Agua Negra, Hoja 6447-I-SE, estados Yaracuy	214
ANEXO VI: Mapa geológico de Yumare, Hoja 6447-I-NO, estados Yaracuy	215
ANEXO VII: Mapa geológico de Carabobo, Hoja 6447-I-SO, estados Yaracuy	216
ANEXO VIII: Mapa geológico de Socremo, Hoja 6447-IV-NE, estado Falcón y Yaracuy	217
ANEXO IX: Mapa geológico de El Hacha, Hoja 6447-IV-SE, estado Yaracuy.....	218
ANEXO X: Mapa geológico de Cararapa, Hoja 6447-IV-NO, estado Lara, Falcón y Yaracuy.....	219
ANEXO XI: Mapa geológico de Cararapita, Hoja 6447-IV-SO, estado Lara y Yaracuy.....	220
ANEXO XII: Mapa geológico de Salsipuedes, Hoja 6448-II-SE, estado Falcón y Yaracuy.....	221
ANEXO XIII: Mapa geológico de San Quintín, Hoja 6448-II-SO, estados Yaracuy	222
ANEXO XIV: Mapa geológico de Tarana, Hoja 6448-III-SE, estados Falcón y Yaracuy.....	223
ANEXO XV: Mapa geológico de Quebrada Guararapa Hoja 6448-III-SO, estados Falcón y Lara.....	224
ANEXO XVI: Mapa geológico de la región Moroturo-Palmasola, estados Lara, Falcón y Yaracuy.....	225
ANEXO XVI: Cortes Geológicos A-A' y B-B'.....	226

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Área de estudio del Proyecto Integración Geológica del Norte de Venezuela (Cortesía del Ing. Walter Reategui).....	3
Fig. 2. Área de estudio del Proyecto Lara-Yaracuy Norte (Zona Amarillo) (Cortesía del Ing. Walter Reategui).....	3
Fig. 3. Ubicación de la zona de estudio dentro del proyecto Lara-Yaracuy Norte identificada con el numero 1. (Cortesía del Ing. Walter Reategui).....	4
Fig. 4. Zona de estudio delimitada en DEM, imagen base de ASTER (1999) con una resolución de 30 m.....	5
Fig. 5. Reconstrucción del supercontinente Rodinia. En esta se puede observar los cinturones orogénicos grenvillianos. Tomado y modificado de RINOA <i>et al.</i> (2008).....	13
Fig. 6. Ubicación de los terrenos y protolitos de las unidades metamórficas de la cordillera de la costa. Tomado y modificado de URBANI (2012).....	14
Fig. 7. Secciones geológicas mostrando la formación de corrimientos hacia el norte del estado Lara. Imagen tomada y modificada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009), en MARTÍNEZ & VALLETA (2008).	15
Fig. 8. Migración de la placa Caribe hacia el este al norte de la placa Suramericana. En amarillo se interpreta el emplazamiento de las unidades alóctonas. Tomado y modificado de URBANI (2012).....	16
Fig. 9. Terreno Falconia. En el círculo azul se puede ver una interpretación del levantamiento del complejo Yumare producto del emplazamiento en el Paleoceno-Eoceno. Tomado y modificado de GRANDE (2012).....	17
Fig. 10. Mapa de ubicación de la zona norte de la región de estudio, donde se muestra la máxima transgresión oligo-miocena en la cuenca de Falcón. Tomado de DÍAZ DE GAMERO (1977).....	17
Fig. 11. Bloque diagramático de la cuenca de Falcón durante el Oligoceno – Mioceno Temprano. A: Formación Casupal. B: Depósitos de aguas profundas provenientes del oeste. C: Calizas de las formaciones Churuguara y Capadare. D: Depósitos de abanicos de talud. E: Arrecifes de la Formación San Luis. Simplificado de PORRAS (2000).....	18
Fig. 12. Situación presente de la cuenca “invertida” de Falcón. Tomado y simplificado de BOESI & GODDARD (1991) y BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	19
Fig. 13. Extensión de la Formación La Luna en la zona de estudio.....	23
Fig. 14. Extensión de la Formación Matatere en la zona de estudio.....	26

Fig. 15. Afloramientos de la Formación Matatere en la quebrada Sanchón, sector Caño Negro. A) Punto La-202: intercalación de arenisca y lutita típica secuencia flysch. B) Punto La-203: intercalación de arenisca y lutita con niveles de conglomerado. C) Punto La-205: arenisca con niveles conglomeráticos imbricados. D) Punto La-207: arenisca con niveles lutíticos representando una estructura sedimentaria tipo flaser.....	28
Fig. 16. Fig. 16. Tipos litológicos en afloramientos de la Formación Matatere en la quebrada Sanchón, sector Caño Negro. A) y C) Punto La-202: muestra La-202 descrita como una grauvaca cuarzosa. B) Punto La-204: muestra La-204 identificada como una arenisca. D) Punto La-205: muestra La-205B descrita como un paraconglomerado polimíctico. E) Punto La-207: muestra La-207AR descrita como una grauvaca feldespática. F) Punto La-205: muestra La-205CR descrita como un ortoconglomerado polimíctico.....	29
Fig. 17. Muestra La-202, Grauvaca cuarzosa de la Formación Matatere. A y B) Alineamiento de los niveles de lutita presentes en la muestra, NC y NP. C y D) Vista general de la muestra, NC y NP. E y F) Clastos de cuarzo con cemento de minerales de arcilla ilitizado, NC y NP.....	30
Fig. 18. Muestras de grauvaca feldespática y cuarzosa graficadas en triángulo Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca.....	31
Fig. 19. Muestra La-207AR, Grauvaca feldespática de la Formación Matatere. A y B) Granos de cuarzo con cemento carbonático, NC y NP. C y D) Granos de cuarzo con cemento de minerales de arcilla, NC y NP. E y F) Cemento carbonático y de minerales de arcilla, NC y NP. H y G) Micas con deformación, NC y NP.....	32
Fig. 20. Muestra La-205B, Paraconglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A y B) Fragmento de arena cuarzosa y lodolita, NC y NP. C y D) Vista general de la matriz, NC y NP. E y F) Fragmento de roca volcánica, NC y NP. H y G) Fragmento de esquistos cuarzoso carbonático, NC y NP.....	35
Fig. 21. Formación Matatere, Muestra La-205B, Paraconglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A y B) Fragmento de cuarzo policristalino, NC y NP. C y D) Clorita en fragmento de roca volcánica, NC y NP.	36
Fig. 22. Fig. 22. Muestra La-205CR, Ortoconglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A y B) Fragmento de arenisca feldespática, NC y NP. C y D) Fragmento de roca gabroide, NC y NP. E y F) Fragmento de lodolita, NC y NP. H y G) Alteración de plagioclasa, NC y NP.....	38
Fig. 23. Fig. 23. Muestra La-205CR, Paraconglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A y B) Vista general de la matriz, NC y NP. C y D) Cristales de calcita producto de la alteración de la plagioclasa, NC y NP. E y F) Fragmento de cuarzo policristalino, NC y NP. H y G) Vetas de cuarzo en roca gabroide, NC y NP.....	39
Fig. 24. Afloramiento de caliza fosilífera en la quebrada agua caliente. Tomado y modificado de JAIMES (2011).....	41

Fig. 25. Brote de aguas termales en la quebrada Aguas Calientes, se observa la fractura en una capa de la caliza fosilífera por donde brota el agua y las algas filamentosas. Tomado y modificado de JAIME (2011).....	41
Fig. 26. Fotomicrografía de la caliza fosilífera: Nummulites Sp. NC. Fragmento de Alga NP. Tomado y modificado de JAIME (2011).....	42
Fig. 27. Fotomicrografía de la caliza fosilífera: Fragmento de bivalvo con inversión homoaxial. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado de JAIME (2011).....	42
Fig. 28. Extensión de la Formación Casupal en la zona de estudio.....	43
Fig. 29. Afloramientos de la Formación Casupal en la quebrada El Aguacatico. A) Punto Ya-200: capa de conglomerado con clastos de arenisca y cuarzo embebidos en matriz carbonática. B) Punto Ya-201: capa de conglomerado con clastos de redondeado a subredondeados compuestos principalmente por fragmentos de mármol, caliza y esquisto. C) Punto Ya-200: fragmentos de arenisca y fósiles embebidos en una matriz carbonática.....	46
Fig. 30. Tipos de rocas de la Formación Casupal observadas en la quebrada El Aguacatico. A) Muestra Ya-200C, ortoconglomerado polimítico. B) Muestra Ya-201B, clastos recolectados en el conglomerado de Casupal C) Muestra Ya-200A, ortoconglomerado polimítico.....	47
Fig. 31. Forma de depositación, en abanicos, de la Formación Casupal. Tomado de VIPA (2004).....	48
Fig. 32. Extensión de la Formación Capadare en la zona de estudio.....	49
Fig. 33. Extensión de la Formación Cueparo en la zona de estudio.....	52
Fig. 34. Extensión de la Formación Ojo de Agua en la zona de estudio.....	53
Fig. 35. Extensión de la Formación Guaidima en la zona de estudio.....	55
Fig. 36. Extensión de las Unidades Cuaternarias en la zona de estudio.....	57
Fig. 37. Extensión del Complejo San Julián en la zona de estudio.....	59
Fig. 38. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-233: Textura de la roca: Cristales fracturados de epidoto en moscovita. (A) NP (B) NC. Tomado y modificado JAIME (2011).....	61
Fig. 39. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-253: Rutilo sagenítico en estilpnomelano. (A) NP (B) NC. Tomado y modificado JAIME (2011).....	63
Fig. 40. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-253: Porfidoblasto de feldespato alcalino atravesado por trenes de cuarzo. NC. Tomado y modificado JAIME (2011).....	63
Fig. 41. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-234: Vista general de la sección. Fenocrystal formado por un cúmulo de cuarzo policristalino y granate envuelto por micas. (A) NP (B) NC. Tomado y modificado JAIME (2011).....	63

Fig. 42. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-257: Vista general de la sección. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	64
Fig. 43. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-257: (A) Cristal de plagioclasa en banda de cuarzo microcristalino NC. (B) Cristal de feldespato potásico bordeado de cuarzo microcristalino en banda de cuarzo policristalino NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	65
Fig. 44. Complejo San Julián, fotomicrografía Ya-235: (A) Sillimanita en estilpnomelano. NP. (B) Vista general de la sección. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	66
Fig. 45. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-240: Granate fracturado transformado a biotita y clorita. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	67
Fig. 46. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-251: (A) Porfidoblasto de plagioclasa con maclas deformadas e inclusiones NC. (B) Porfidoblasto de plagioclasa con inclusiones en el núcleo NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	67
Fig. 47. Complejo San Julián, fotomicrografía Ya-238: Sillimanita acicular en biotita cloritizada. (A) NP (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	68
Fig. 48. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-242: Vista general de la sección. Cristales subhedrales de epidoto. (A) NP (B) NC. Tomado y Modificado JAIMES (2011)..	69
Fig. 49. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-244: Vista general de la sección. Granates subhedrales. (A) NP (B) NC. Tomado y Modificado JAIMES (2011).....	69
Fig. 50. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-243: (A) Vista general de la sección NC. (B) Cristales de sillimanita. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	70
Fig. 51. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-249: (A) Porfidoblasto de feldespato alcalino con inclusiones y pertitas, bordeado de micas. NC. (B) Vista general de la sección. NC Tomado y modificado JAIMES (2011).....	71
Fig. 52. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-247: (A) Porfidoblasto de plagioclasa con maclas deformadas. NC. (B) Pertita maclada en porfidoblasto de feldespato potásico y textura mirmequítica. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	72
Fig. 53. Complejo San Julián, fotomicrografía Ya-255: (A) Vista general de la sección. Porfidoclasto de feldespato potásico. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	73
Fig. 54. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-239: Vista general de la sección. Biotita alterando a clorita y magnetita.(A) NP, (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	74
Fig. 55. Complejo San Julián, fotomicrografía Ya-239: (A) Fenocristal de plagioclasa con bordes fracturados NC. (B) Fenocristal de plagioclasa con bordes fracturados NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	75
Fig. 56. Extensión de la Unidad Complejo de Yumare en la zona de estudio.....	76
Fig. 57. Extensión de la Unidad Complejo de San Quintín en la zona de estudio.....	79

Fig. 58. Complejo San Quintín, muestra La-219B. A y B) Clorita intercalada con prehnita, NC y NP. C y D) Cristales de clinopiroxeno fracturados, NC y NP. E y F) Dique de textura afanítica, NC y NP.....	80
Fig. 59. Complejo San Quintín, muestra La-219B. A y B) Cristal de clinopiroxeno con exsolución de ortopiroxeno, NC y NP. C y D) Plagioclasa alterada a sericita, NC y NP...	81
Fig. 60. Complejo San Quintín, muestra La-220B. A y B) Cristales calcita con cristales de plagioclasa fracturados, NC y NP. C y D) Cristales de clorita intersticial y plagioclasa alterada a sericita, NC y NP.....	82
Fig. 61. Complejo San Quintín, muestra La-220B. A y B) Plagioclasa alterada en matriz afanítica, NC y NP. C y D) Cristales de plagioclasa fracturados, NC y NP.....	82
Fig. 62. Complejo San Quintín, muestra La-223R. A y B) Cristales clinopiroxeno alterados, NC y NP. C y D) Cristales de plagioclasa alterada a sericita, NC y NP.....	83
Fig. 63. Complejo San Quintín, muestra La-223R. A y B) Plagioclasa fracturada, NC y NP. C y D) Prehnita en pequeñas vacuolas, NC y NP.....	83
Fig. 64. Extensión del Complejo Nirgua en la zona de estudio.....	85
Fig. 65. Complejo Nirgua, fotomicrografía Ya-267: Vista general. Cristales de epidoto, biotita y opacos. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	87
Fig. 66. Complejo Nirgua, fotomicrografía Ya-264: Vista General de la Sección. Cristales euhedrales de granate. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	87
Fig. 67. Complejo Nirgua, fotomicrografía Ya-267: Cúmulo de clorita y otras micas entrelazadas. Se observan unos cristales subhedrales de titanita. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	88
Fig. 68. Complejo Nirgua, fotomicrografía Ya-267: Textura de crenulación en grafito. (A) NP. (B) NC. Tomado y Modificado JAIMES (2011).....	88
Fig. 69. Complejo Nirgua, fotomicrografía Ya-267: (A) Cristal anhedral de cuarzo bordeado por moscovita NC. (B) Textura poiquilítica en plagioclasa NC. Tomado y Modificado JAIMES (2011).....	88
Fig. 70. Extensión del Esquisto de Mamey en la zona de estudio.....	90
Fig. 71. Afloramientos del Esquisto de Mamey en la quebrada Las Guabinas. A) Punto La-209. B) Punto La-210.....	91
Fig. 72. Tipos de rocas del Esquisto de Mamey observadas en la quebrada Las Guabinas. A) Muestra La-209A, Metaconglomerado. B) Muestra La-210, filita grafitosa. C) Muestra La-211, pizarra grafitosa-cuarzosa.....	91
Fig. 73. Esquisto de Mamey, Muestra Ya-286. A y B) Cristales aciculares de actinolita y de epidoto, NC y NP. C y D) Cristales de clorita y plagioclasa, NC y NP.....	92

Fig. 74. Esquisto de Mamey, Muestra Ya-286. A y B) Cristales aciculares de actinolita y de epidoto, NC y NP. C y D) Cristales de clorita y plagioclasa, NC y NP. E y F) Cristales de epidoto metamórfico y plagioclasa con alteraciones de epidoto, NC y NP.....	93
Fig. 75. Extensión del Esquisto de Aroa en la zona de estudio.....	94
Fig. 76. Afloramiento del Esquisto de Aroa en la zona de Caño Negro. A) Punto La-213. B) Punto La-215. C) Punto La-216.....	95
Fig. 77. Afloramiento del Esquisto de Aroa altamente plegado y con presencia de brecha de falla. A) Punto La-214. B) Punto La-214.....	96
Fig. 78. Muestras tomadas del Esquisto de Aroa recolectadas en el sector de Caño Negro. A) Muestra La-213A, pizarra grafitosa-cuarzosa. B) Muestra La-215, Esquisto grafitoso-carbonático-micaceo. C) Muestra La-213B, mármol. D) Muestra La-217R, Esquisto carbonático-micaceo.....	97
Fig. 79. Esquisto de Aroa, Muestra La-213B. A y B) Fragmento de Equinodermo, NC y NP. C y D) Fragmento de espina de equinodermos con un corte basal, NC y NP. E y F) Lente de cuarzo rodeado de calcita, NC y NP.....	98
Fig. 80. Esquisto de Aroa, Muestra La-213B. A) Fragmentos de equinodermo, NP. B y C) Cristales de cuarzo y calcita y presencia de materia orgánica y óxido, NC y NP.....	98
Fig. 81. Esquisto de Aroa, Muestra La-217AR. A y B) Cristales de cuarzo y calcita, NC y NP. C y D) Moscovita, cuarzo y calcita; en la esquina inferior izquierda se observa una fractura de la roca, NC y NP. E y F) Plagioclasa alterando a calcita y sericita, NC y NP.....	99
Fig. 82. Esquisto de Aroa, Muestra La-217AR. A y B) Alteraciones de plagioclasa y feldespato junto a una matriz de cuarzo y calcita, NC y NP. C) Cristales de mica, cuarzo y calcita, NC.....	99
Fig. 83. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-230BR. A y B) Cristales de actinolita alineados y fracturados, NC y NP. C y D) Clorita intersticial en actinolita y plagioclasa, NC y NP. E y F) Cristales de epidoto como mineral metamórfico, NC y NP.....	100
Fig. 84. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-230BR. A y B) Cristales de plagioclasa alterados, NC y NP. C y D) Fragmento de cuarzo policristalino, NC.....	101
Fig. 85. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-231C. A y B) Microclino alterando a mica, NC y NP. C y D) Moscovita cremlada, microclino y fragmentos de plagioclasa, NC y NP. E y F) Fragmento de plagioclasa alterada a calcita, NC y NP.....	102
Fig. 86. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-231C. A y B) Alineación de las micas, NC y NP. C y D) Textura pertítica, NC y NP. E y F) Fragmento de cuarzo policristalino, NC y NP..	102
Fig. 87. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-274. A y B) Laminas de moscovita entre cristales de cuarzo, NC y NP. C y D) Plagioclasa sin macla con alteraciones de epidoto, NC y NP..	103
Fig. 88. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-274. A y B) Moscovita alterando a sericita, NC y NP. C) Laminas de micas alteradas, NC.....	104

Fig. 89. Esquisto de Aroa, muestra Ya-283. A y B) Textura pertítica, NC y NP. C y D) Vista general de la muestra, NC y NP. E y F) Micas y alteración del feldespato, NC y NP.....	104
Fig. 90. Esquisto de Aroa, muestra Ya-283. A) Textura pertítica, NC. B) Plagioclasa y feldespato alterados, NC. C) Plagioclasa alterando a calcita y epidoto, NC.....	105
Fig. 91. Esquisto de Aroa, muestra Ya-286. A y B) Cristales aciculares de actinolita y de epidoto, NC y NP. C y D) Cristales de clorita y plagioclasa, NC y NP. E y F) Cristales de epidoto metamórfico y plagioclasa con alteraciones de epidoto, NC y NP. G y H) Cristales de calcita, plagioclasa y epidoto, NC y NP.....	106
Fig. 92. Tabla de correlación de unidades cretácicas de diversas localidades al norte del país. Tomado de URBANI <i>et al.</i> (2011).....	107
Fig. 93. Serpentinita, muestra Ya-231A. A y B) Cristales de actinolita, NC y NP. C y D) Cristales de calcita y prehnita intercalados, NC y NP.....	109
Fig. 94. Serpentinita, muestra Ya-231A. A y B) Ortopiroxeno tipo hazburguita alterado, NC y NP. C y D) Cristales de prehnita y serpentinita intercalados, NC y NP.....	110
Fig. 95. Fallas de corrimiento en la zona de estudio.....	112
Fig. 96. Fallas de corrimiento neotectónicas en el valle del río Aroa.....	113
Fig. 97. Fallas de corrimiento neotectónicas cercanas al poblado de Moroturo.....	113
Fig. 98. Fallas de ángulo alto presentes en la zona de estudio.....	115
Fig. 99. Pliegues presentes en la zona de estudio.....	116
Fig. 100 . Propuesta de Correlación entre unidades y metasedimentarias de la región norte y occidente del País. Tomado y modificada de URBANI <i>et al.</i> (2012).....	121
Fig. 101. Seccione geológica mostrando los contactos y corrimientos entre las unidades en la Serranía de Agua Fría.....	125
Fig. 102. Cuerpos Arqueanos y Paleoproterozoicos en un modelo paleogeográficos de finales del Precámbrico. Tomado y modificado de ZHAOA <i>et al.</i> (2002).....	127
Fig. 103. Emplazamiento del Complejo Yumare como producto del empuje de Caribe sobre la Placa Suramericana. Tomado y modificado de GRANDE (2012).....	129
Fig. 104. Paleoceno Tardío – Eoceno Temprano, se genera una cuenca antepaís donde se deposita la Formación Matatere. Imagen tomada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	130
Fig. 105. Eoceno Medio – Eoceno Tardío, culmina el emplazamiento de las napas de Lara. Imagen tomada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	130
Fig. 106. Oligoceno Temprano, se genera la cuenca de Falcón a través de un proceso de distensión. Imagen tomada de BAQUERO <i>et al.</i> (2009).....	131
Fig. 107. Mioceno Medio, ocurre la inversión de la cuenca de Falcón. Imagen tomada de BOESI & GODDARD (1991).....	132

Fig. 108. Fallas neotectonicas que sobrecorren a las unidades mas antiguas sobre el cuaternario.....	133
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades geológicas en la región de Moroturo y Palmasola	22
Tabla 2. Tipos litológicos de la Formación Matatere recolectados en la Qda. Sanchón ...	29
Tabla 3. Unidades cuaternarias aflorantes en la zona de estudio. Clasificación de COPLANARH (1974).....	57
Tabla 4. Tipos litológicos en el Complejo San Julián en la zona Crucito-Albarico-Carabobo.....	60
Tabla 5. Composición mineralógica del esquisto cuarzo feldespático micáceo. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	61
Tabla. 6. Nombre de las muestras del esquisto leucocrático. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	61
Tabla 7. Composición mineralógica de la gneis porfidoblástico melanocrático. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	62
Tabla 8. Nombre de las muestras del gneis porfidoblástico. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	62
Tabla 9. Composición mineralógica del esquisto cuarzo biotítico. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	64
Tabla 10. Nombre de las muestras del esquisto cuarzo micáceo. Tomado y modificado JAIMES (2011).	64
Tabla 11. Composición mineralógica del gneis porfidoblástico. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	66
Tabla 12. Nombre de las muestras del gneis porfidoblástico. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	66
Tabla 13. Composición mineralógica del gneis granítico. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	68
Tabla 14. Nombre de las muestras del gneis granítico. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	68
Tabla 15. Composición mineralógica de la filita micácea cuarzosa. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	69
Tabla 16. Nombre de las muestras de la filita micácea cuarzosa. Tomado y modificado JAIMES (2011).....	69
Tabla 17. Composición mineralógica del Gneis y augengneis cuarzo-feldespático-micáceo. Tomado y modificado JAIMES (2011).	70

Tabla 18. Nombre de las muestras del gneis cuarzo feldespático micáceo. Tomado y modificado JAIMES (2011).	71
Tabla 19. Composición mineralógica del gneis porfidoblástico leucocrático. Tomado y modificado JAIMES (2011).	71
Tabla 20. Nombre de las muestras del gneis porfidoblástico leucocrático. Tomado y modificado JAIMES (2011).	72
Tabla 21. Composición mineralógica del augenesquisto porfidoclástico. Tomado y modificado JAIMES (2011).	73
Tabla 22. Nombre de las muestras de las rocas miloníticas. Tomado y modificado JAIMES (2011).	73
Tabla 23. Composición mineralógica de las rocas granoblásticas. Tomado y modificado JAIMES (2011).	74
Tabla 24. Nombre de las muestras de las rocas granoblásticas. Tomado y modificado JAIMES (2011).	74
Tabla 25. Tipos litológicos del Complejo San Quintín recolectados en tributario de la Qda. Chiquinquira.	80
Tabla 26. Tipos litológicos en el Complejo Nirgua en la zona Crucito-Albarico-Carabobo.....	86
Tabla 27. Composición mineralógica de las anfibolitas. Tomado y modificado JAIMES (2011).	86
Tabla 28. Nombre de las muestras del esquito anfibolítico. Tomado y modificado JAIMES (2011).	86
Tabla 29. Composición mineralógica del esquisto carbonático grafitoso. Tomado y modificado JAIMES (2011).	87
Tabla 30. Tipos litológicos del Esquisto de Aroa recolectados en las qdas. Guararido y Charo Grande.	97
Tabla 31. Tipos litológicos del Esquisto de Aroa recolectados por Ingenieros De Santis C.A.	103
Tabla 32. Tipos litológicos de Serpentinita recolectados en el tributario de la Qda. Chiquinquira.....	109
Tabla 33. Facies metamórficas en las unidades estudiadas.....	122
Tabla34. Esquema de depositación de las unidades litológicas tomando en cuenta las discordancias.....	126

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Especial de Grado forma parte de los proyectos LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela) y GEODINOS (Geodinámica Reciente del Límite Norte de la Placa Sudamericana), bajo el nombre de “Proyecto Lara-Yaracuy Norte”, coordinados por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y ejecutado en colaboración con diversas instituciones, tal como la Universidad Central de Venezuela (UCV).

El “Proyecto Lara-Yaracuy Norte” es una contribución preestablecida entre FUNVISIS y los municipios Urdaneta y Bolívar, Manuel Monge, San Felipe y Veroes, pertenecientes a los estados Lara y Yaracuy respectivamente, entre las regiones de Moroturo y Palmasola, con el fin de que puedan disponer de una base geológica que les permita diseñar planes de ordenación del territorio, de infraestructura, actividades económicas, entre otras.

El mismo se centrará en la integración de la cartografía geológica de la región antes mencionada, con trabajo de campo dirigido mayormente a resolver interrogantes puntuales. La integración de la bibliografía y del trabajo de campo generara 15 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa geológico general a escala 1:100.000, actualizados; adicionalmente a tal integración se pondrá especial énfasis en el campo a las diferencias entre los esquistos de Mamey y Aroa, un cuerpo de la Formación Matatere ubicado en la zona, que incluye un cuerpo de rocas volcánicas, de los clastos ígneo-metamórficos que posee el conglomerado de la Formación Casupal, y a las unidades litológicas adyacentes, así como caracterizar los contactos presentes. Los resultados obtenidos podrían servir de base para un estudio tectonoestratigráfico (de orden regional) de las distintas unidades y proponer una interpretación de la tectónica que explique su distribución espacial.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Integrar la cartografía geológica de la región entre Moroturo y Palmasola de los estados Yaracuy y Lara.

1.1.2. Objetivos específicos

- Recopilar información bibliográfica de los trabajos realizados en la zona de estudio.
- Realizar el levantamiento geológico de superficie en las zonas de interés.
- Integrar los datos recopilados por distintos autores con la información obtenida en campo, para elaborar 15 mapas geológicos a escala 1:25.000, según el cuadrículado de la dirección de Cartografía Nacional, hoy Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar”, de la zona de estudio del norte de los estados Lara y Yaracuy.
- Caracterizar, diferenciar e intentar determinar la relación entre los esquistos de Mamey y Aroa.
- Reconocer y caracterizar un presunto cuerpo de la Formación Matatere, que incluye un cuerpo de rocas volcánicas.
- Caracterizar las muestras ígneo-metamórficas de los conglomerados de la Formación Casupal para identificar las posibles unidades fuente.
- Efectuar el análisis petrográfico de 17 muestras tomadas en la zona de estudio.

1.2. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Proyecto Lara-Yaracuy Norte, se encuentra dividido en dos sectores principales establecidos a partir del cuadrículado propuesto por Cartografía Nacional que se encuentran señalados en el mapa mostrado en las figuras 1 y 2, en color amarillo, en los que se muestra el Proyecto Integración Geológica del Norte de Venezuela. El área en el cual se enfoca este trabajo corresponde con el primer sector del Proyecto Lara-Yaracuy Norte, como se puede observar en la figura 3.

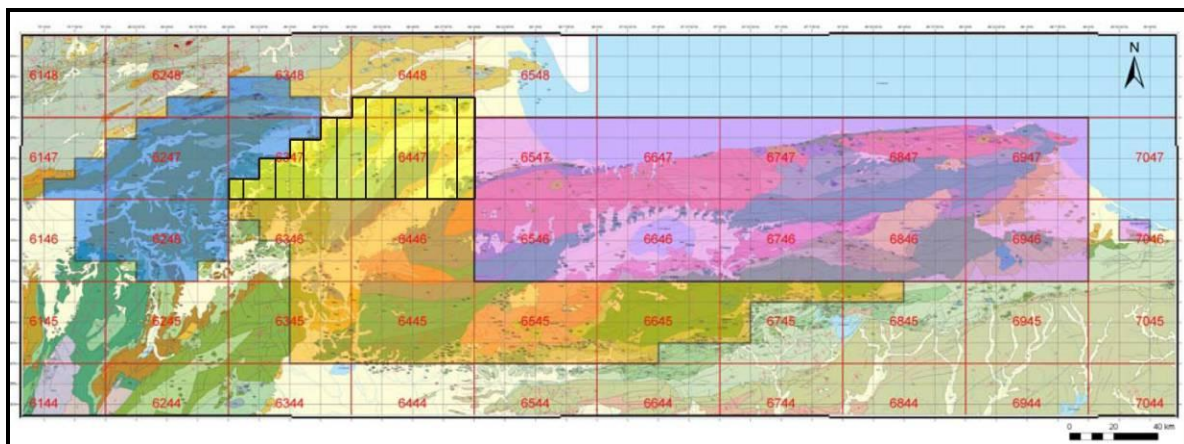


Fig. 1. Área de estudio del Proyecto Integración Geológica del Norte de Venezuela (Cortesía del Ing. Walter Reategui).

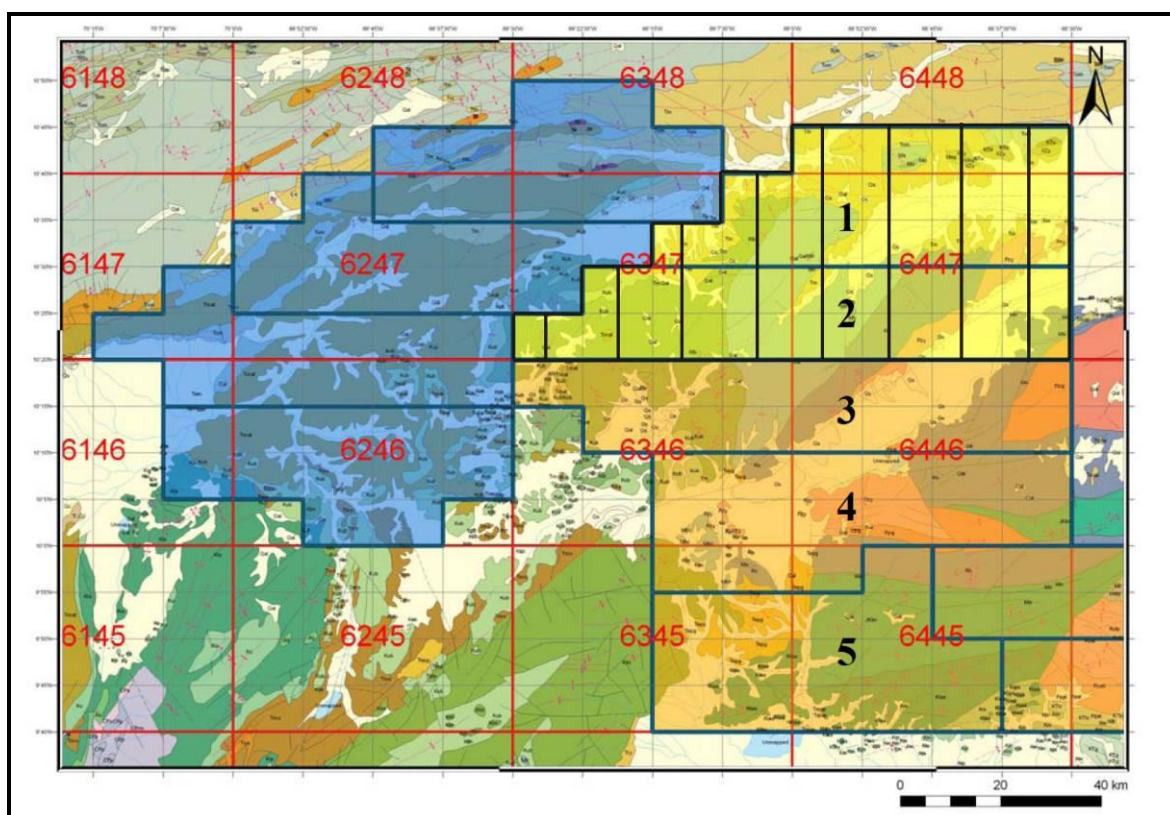


Fig. 2. Área de estudio del Proyecto Lara-Yaracuy Norte (zona amarillo). La zona 1 corresponde a la zona de estudio (Cortesía del Ing. Walter Reategui).

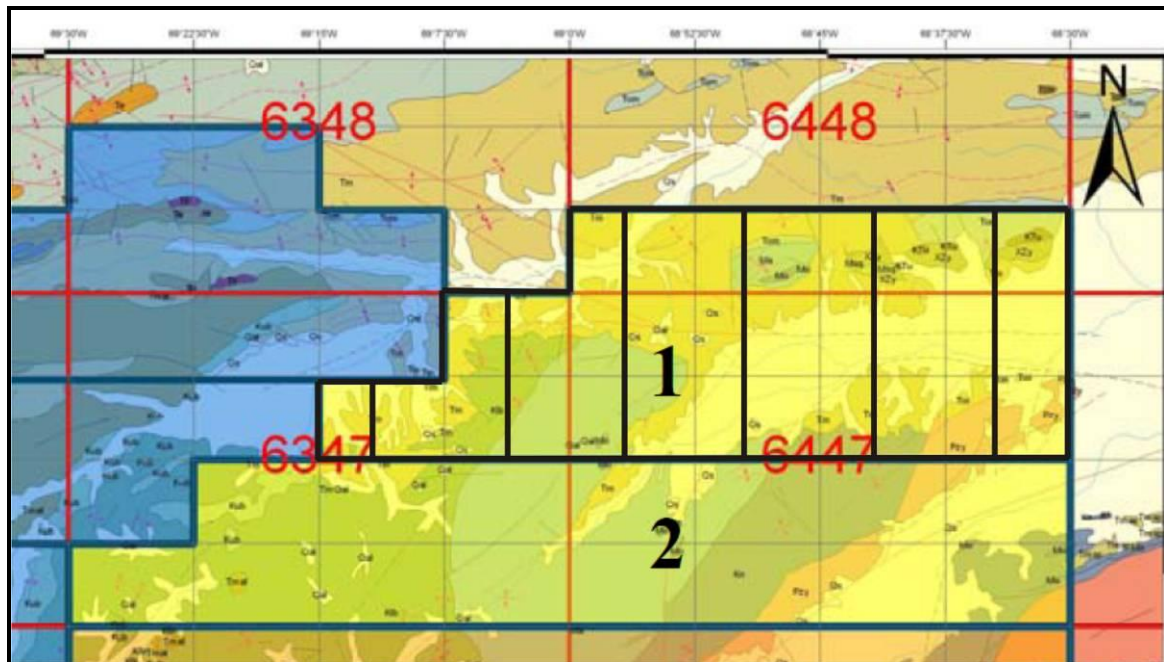


Fig. 3. Ubicación de la zona de estudio dentro del proyecto Lara-Yaracuy Norte identificada con el numero 1. (Cortesía del Ing. Walter Reategui).

La zona de estudio se encuentra ubicada en el occidente de Venezuela, comprende un sector del norte del estado Lara y el norte del estado Yaracuy, entre las poblaciones de Moroturo y Palmasola. Genera un polígono, observado en las figuras 3 y 4, cuyas coordenadas geográficas son:

- Parte Sur (Rectángulo mayor):

Longitudes: 68°37'30" y 69° de longitud oeste.

Latitudes: 10°30' y 10°45' de latitud norte.

- Parte Norte (Rectángulo menor):

Longitudes: 68°52'30" y 69° de longitud oeste.

Latitudes: 10°40' y 10°45' de latitud norte.

- Parte Oeste (Rectángulo menor)

Longitudes: 69°7'30" y 69°15' de longitud oeste.

Latitudes: 10°30' y 10°35' de latitud norte.

La zona de estudio abarca un área aproximada de 1.900 km².

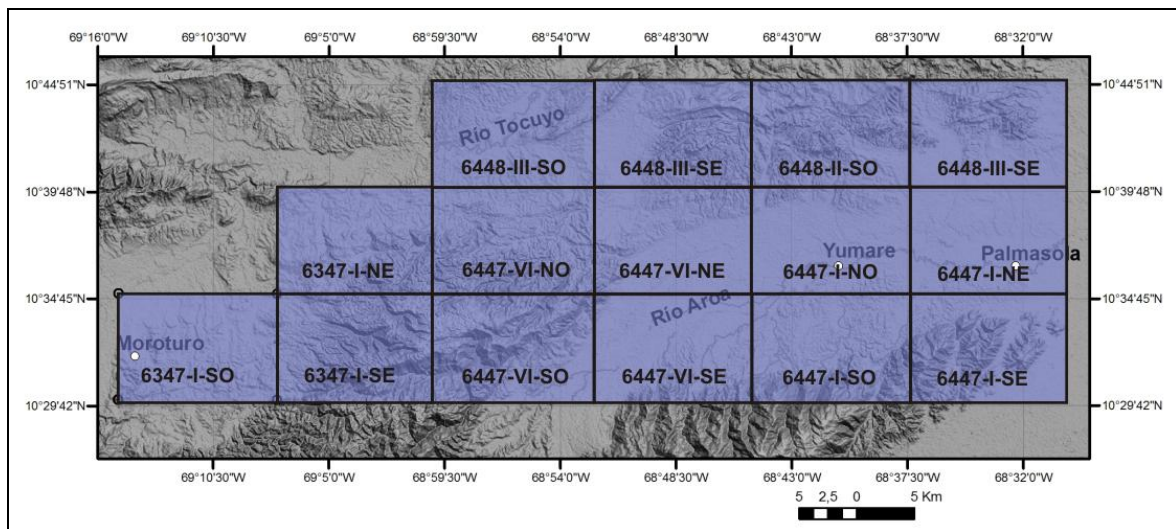


Fig. 4. Zona de estudio delimitada en DEM, imagen base de ASTER (1999) con una resolución de 30 m.

1.3. METODOLOGÍA

1.3.1. Etapa I: Recopilación de información bibliográfica

Esta etapa comprende la recopilación de la información geológica publicada en congresos geológicos nacionales e internacionales, trabajos especiales de grado y publicaciones seriales, correspondiente a la zona de estudio.

Se recolectaron los siguientes mapas geológicos:

- Carta D-5-B Geología de Superficie a escala 1:50.000 correspondiente a la Creole Petroleum Corporation, (NATERA 1957).
- Carta C-5-D, Geología de Superficie a escala 1:50.000 correspondiente a la Creole Petroleum Corporation, (NATERA 1957).
- Carta C-6-C, Geología de Superficie a escala 1:50.000 correspondiente a la Creole Petroleum Corporation, (NATERA 1957).
- Mapa geológico de Barquisimeto-Urachiche-Río Tocuyo estado Lara y Yaracuy a escala 1:100.000, de BELLIZZIA *et al.* (1969).

- Mapa geológico del estado Yaracuy a escala 1:100.000, de BELLIZZIA *et al.* (1969).
- Mapa Geomorfológico Base Zona Costa Nor-Occidental, Centro-Occidental y Central de Venezuela, COPLANARH(1974)
- Mapa de fallas activas cuaternarias de la región de Falcón a escala 1:500.000, AUDEMARD *et al.*(1992)
- Mapas geológicos de la zona al norte de Yumare a escala 1:25.000 con los macizos de Salsipuedes, La Zurda y Tarana, MUSSARI & LOZANO (2007).

Se utilizarán los siguientes mapas topográficos del Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar”:

1) Mapas a escala 1:100.000

- Hojas: 6347, 6447 y 6448.

2) Mapas a escala 1:25.000

- 6347: I-NE, I-SE, I-SO.
- 6447: I-NE, I-NO, I-SE, I-SO, IV-NE, IV-NO, IV-SE IV-SO.
- 6448: II-SE, II-SO, III-SE y III-SO .

Se recopilaron gráficos y cartas de comparación, identificación y clasificación de rocas en sedimentarias e ígneas en campo.

1.3.2.Etapa II: Trabajo de campo

Para cumplir con los objetivos se realizo un reconocimiento geológico en: la quebrada Aguacate, en un asentamiento cercano a Yumare, la quebrada Guabinas, en el sector las Guabinas, quebradas Sanchón y Charro Grande en el sector Caño Negro, en la quebrada el Charal, sector el Charal y en la quebrada Chiquinquira en la zona aledaña al Charro Grande, con la finalidad de:

- Corroborar la información teórica recolectada en la Etapa I.

- Realizar geología de superficie.
- Describir y definir los contactos entre el Esquisto de Aroa y el Esquisto de Mamey.
- Realizar geología de superficie, recolectando muestras de la Formación Matatere, así como también ubicar el cuerpo de rocas volcánicas asociado a esta Formación.
- Realizar geología de superficie, recolectando muestras ígneo-metamórficas de los conglomerados de la Formación Casupal.

De acuerdo al tipo de roca hallado, se siguieron diversos parámetros para su descripción:

- **Roca ígnea:** color fresco, color meteorizado, tamaño de cristales (son observables o no), mineralogía y texturas presentes.
- **Arenisca:** color fresco, color meteorizado, tamaño de grano, escogimiento, esfericidad, redondez, mineralogía.
- **Lutita:** color fresco, color meteorizado, reacción al ácido clorhídrico y textura.
- **Conglomerado:** tamaño de clastos, porcentaje de matriz, escogimiento, esfericidad, redondez e identificación de tipos de clastos.
- **Clastos en conglomerado:** color fresco, color meteorizado, tamaño, esfericidad, redondez y características litológicas.

Se trató de que la recolección de muestras fuese lo más distribuida posible dentro de la sección levantada, tomando en cuenta: el tipo de roca, la cercanía al contacto entre las unidades litológicas, el grado de meteorización de la roca aflorante, mineralogía presente, el tamaño y litología de los clastos (en el caso de conglomerados) y las posibilidades de poder elaborar una sección fina. Se recolectaron un total de 36 muestras.

1.3.3. Etapa III: Trabajo de laboratorio y oficina

Esta fase post-campo, fue dividida de acuerdo a la realización de dos actividades principales, la elaboración de los mapas geológicos y el estudio petrográfico de las muestras recolectadas.

1) Elaboración de mapas geológicos

Para la elaboración de los mapas geológicos, primero se realizó la conversión de los mapas en papel a imágenes raster, mediante el uso de un “scanner” para su posterior modificación.

Con el uso del programa ArcMap [GIS Software] versión 9.3, se comenzó por la georeferenciación de los mapas en coordenadas UTM La Canoa. Posteriormente se llevó a cabo la digitalización de datos topográficos (siendo la base los mapas del Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar”) y de datos geológicos (sirviendo como base los mapas de la Creole Petroleum Corporation y los mapas realizados por el Ministerio de Energía y Minas); cada tipo de dato (drenaje, curvas de nivel, litología, contactos, etc.) se digitalizó en capas diferentes con sus atributos correspondientes.

Una vez digitalizada la data geológica, se realizaron modificaciones de la misma en base a la integración de la información obtenida en campo y a la información establecida en los mapas de los autores consultados.

Con toda la información disponible en digital, se procedió a la edición y reproducción de 15 mapas a escala 1:25.000 en coordenadas UTM WGS84, los cortes de dichos mapas se realizaron a través las coordenadas geográficas utilizadas en los mapas topográficos empleados. A partir de los mapas 1:25.000, se elaboró el mapa geológico general de la zona a escala 1:100.000, simplificando los detalles de los mismos.

2) Estudio petrográfico

De las 36 muestras recolectadas se elaboraron un total de 13 secciones finas. Se realizó el estudio petrográfico de las muestras mediante el uso de un microscopio de luz polarizada, para definir el tipo de roca, así mismo se tomaron fotomicrografías de las características más importantes para cada sección fina.

La clasificación de las rocas se realizó mediante sistemas de clasificaciones propuestos por otros autores, cuyo uso dependió del tipo de roca en estudio. Los sistemas de clasificación utilizados fueron:

- **Para rocas ígneas:** clasificación I.U.G.S., de STRECKEISEN (1972).

- **Para areniscas:** clasificación de PETTIJOHN *et al.* (1972).
- **Para conglomerados:** clasificación de PETTIJOHN (1975).
- **Para carbonatos:** clasificaciones de DUNHAM (1962), FOLK (1962) Y MOUNT (1985).

2. GEOLOGÍA REGIONAL

2.1. TRABAJOS PREVIOS

Los trabajos más importantes que tratan directa o indirectamente sobre el área de estudio son:

- NATERA (1957) realizó la cartografía geológica de las rocas terciarias que afloran entre las regiones de Riecito y el sur de las montañas de Aroa, para solucionar los problemas de nomenclatura que presentaban las formaciones de esta región. Este define a las Formaciones Capadare, Cueparo, Ojo de Agua y Guaidima en este sector y les da una connotación formal. Determina sus litologías y el contacto entre ellas para generar una historia depositacional. La cartografía de estas unidades sirvieron como mapa base de las hojas C-5 y C-6 de la Creole Petroleum Company.

- BUSHMAN (1959) realizó una investigación en las zonas cercanas a Barquisimeto en la que se investigaron distintos tipos de rocas. Introduce el termino Formación Los Cristales para designar una espesa secuencia de rocas metamórficas de bajo grado expuestas en los estados Lara y Yaracuy, que hoy día es la Asociación Metamórfica Los Cristales.

- BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) realizan una excursión a la región de Duaca, Barquisimeto y Bobare en la cual se buscó respuesta a los problemas geológicos que existía en esta zona para la época. A partir de este trabajo se definió las formación Yaritagua y Nirgua como las unidades más antiguas que afloran en esta zona. Se subdivide la Formación los Cristales (BUSHMAN 1959) en las formaciones Aroa y Mamey, y propone conservar el mismo nombre en caso de que no se pueda separar en estas dos últimas unidades. También designan el nombre de Formación Matatere para definir una espesa secuencia de turbiditas asociadas a varios horizontes de capas de peñones.

- BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) realizan una revisión a la estratigrafía con la finalidad de redefinir las unidades propuesta en trabajos previos. Proponen que las formaciones Nirgua y Aroa que tienen una descripción informal, deben ser revisadas para introducirlas en el Léxico Estratigráfico de Venezuela, por lo cual realizan una descripción más completa ajustadas a las normas estratigráficas del momento. Proponen que la subdivisión de la Formación Los Cristales sea debida a las diferencias litológicas que

presentan en esta zona de estudio, por lo cual mantienen la segmentación en formaciones Aroa y Mamey. También mantienen el nombre de Formación Matatere, propuesto en trabajos previos, para la espesa secuencia de sedimentos del Paleoceno-Eoceno en el surco de Barquisimeto.

- STAINFORTH (1968) realiza una revisión de las unidades estratigráficas estudiadas en el estado Lara. Corroboró lo propuesto por BELLIZZA & RODRÍGUEZ (1968) sobre las formaciones Nirgua, Aroa, Mamey y Matatere y apoya la definición propuesta por los antes mencionados para estas unidades.

- BELLIZZA & RODRÍGUEZ (1969) realizan la publicación del estudio de la geología del estado Yaracuy, en la cual reflejan los hechos más resaltantes de esta investigación. Se planteó que la parte superior supra-cortical de la secuencia metamórfica está formada por las formaciones Nirgua y Aroa. A su vez se ubicó un afloramiento aislado de rocas paleocenas de la Formación Matatere al oeste del macizo de Yumare.

- GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980), presentan una síntesis de la evolución geológica del occidente del país, donde se definen rasgos estructurales, estratigráficos y litológicos, regionales y locales, para cada unidad sedimentaria en el surco de Barquisimeto y zonas aledañas.

- LOZANO & MUSSARI (2007) realizan estudio geológico de las rocas ígneo-metamórficas que afloran en los macizos del norte de la colonia agrícola de Yumare, por ser de los menos estudiados del norte del país y con mayor variedad litológica.

- URBANI (2008) realiza una revisión de la nomenclatura de las unidades de rocas ígneas y metamórficas del norte del país, adoptando las normas de unidades litodémicas. De esta manera presenta a las Formaciones Yaritagua, Nirgua, Aroa y Mamey, como Gneis de Yaritagua, Complejo Nirgua, Esquisto de Aroa y Esquisto de Mamey.

- URBANI Y MENDI (2010) realizan una revisión a la discordancia del margen sur de la cuenca oligo-mioceno de Falcón entre los estados Lara, Falcón y Yaracuy. Explican cómo están distribuidas las unidades sedimentarias Matatere, Capadare, Casupal y Ojo de Agua, entre otras, en estas zonas y su relación espacial con respecto a unidades más antiguas sobre las que se encuentran depositadas.

- URBANI *et al.* (2011c) realizan una revisión de los datos de los esquistos de Las Mercedes y Chuspita, e infieren una edad Cretácico Tardío en el Esquisto de Aroa.

- ICHASO (2011) estudió los límites de la Formación Matatere, en un área ubicada en los límites de los estados Lara y Falcón, proponiendo una interpretación de la tectónica que explique el relleno del Surco de Barquisimeto y la procedencia de este material.

2.2. TECTONO-ESTRATIGRAFÍA

El estudio geológico de la zona noroccidental de Venezuela ha sido de gran interés por ser esta la zona de convergencia de los sistemas orogénicos de la cordillera de Los Andes de Mérida y la Cordillera del Caribe, lo que unido a la ausencia de fósiles en algunas de sus unidades genera una gran complejidad estratigráfica y tectónica en la región.

La zona al norte de los estados Lara y Yaracuy comprende la zona sur de la cuenca invertida de Falcón y la terminación este de las napas de Lara lo cual le agrega una gran variedad de procesos que influyeron en la evolución de la configuración geológica de esta región.

La rocas más antiguas de la zona están conformadas por el Complejo San Julián, perteneciente a la Faja Ávila, compuesto principalmente por rocas ígneas y metasedimentarias en el margen norte de suramerica.

Las rocas pertenecientes al Complejo Yumere fueron previamente interpretadas como de edad precámbrica ya que a nivel mundial las anortositas corresponden mayoritariamente a eventos magmáticos ocurridos en el Neoproterozoico. URBANI *et al.* (2011a) determina una edad de 950-1000 Ma en zircones, lo que refleja que la unidad fue sometida a un metamorfismo de alto grado correspondiente a la Orogénesis Grenvilliana (Fig. 5), lo que establece que estas rocas pertenecen a un fragmento de corteza continental posiblemente asociado al terreno Falconia (GRANDE 2012) de afinidad Grenvilliana.

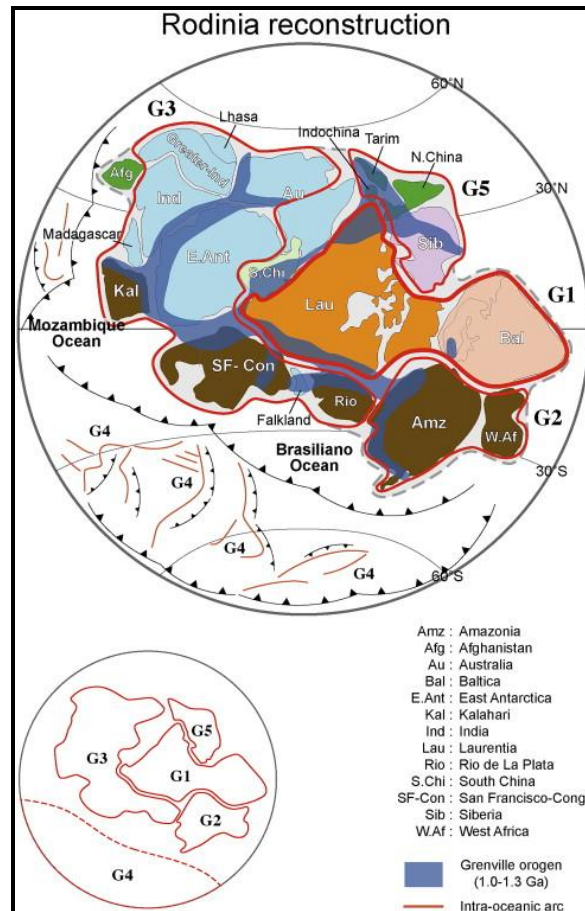


Fig. 5. Reconstrucción del supercontinente Rodinia. En esta se puede observar los cinturones orogénicos grenvillianos. Tomado y modificado de RINO *et al.* (2008).

Para el Jurásico, al oeste de la placa suramericana se forma un terreno compuesto por rocas de corteza continental mezclado con elementos de corteza oceánica en procesos de subducción. Este terreno conforma el protolito del Complejo Nirgua el cual al momento de ocurrir la expulsión de la placa Caribe desde el Pacífico es arrastrada hasta el margen noroeste de la placa Suramericana. En el Turoniense - Campaniense se produce la depositación de unidades sedimentarias en cuencas oceánicas anóxica con alto contenido de materia orgánica al noroeste del límite pasivo de la placa suramericana, las cuales serán el protolito de los esquistos de Mamey y Aroa (Fig. 6).

Durante el Cretácico Tardío la placa proto-Caribe empuja el margen pasivo hacia el sureste y empieza a interactuar de forma oblicua contra la placa suramericana durante el Paleoceno - Eoceno medio afectando a las rocas cretácicas depositadas previamente y emplazando parte del proto-Caribe. Esta serie de emplazamientos es conocida como las Napas de Lara (Fig. 7) y no es más que la primera serie de corrimientos que se van

produciendo como producto de la migración de la placa Caribe, al norte de Suramérica, hacia el este.

Esta serie de corrimientos generaron una cuenca antepaís, la cual es denominada en las bibliografías, como Surco de Barquisimeto, en donde se depositó la secuencia turbidita tipo flysch de la Formación Matatere. La presencia de olistolitos cretácicos dentro del flysch y de unidades equivalentes en edad al mismo, sugieren que dicha secuencia estuvo envuelta en la deformación ocasionada por la migración de las napas hacia el sur.

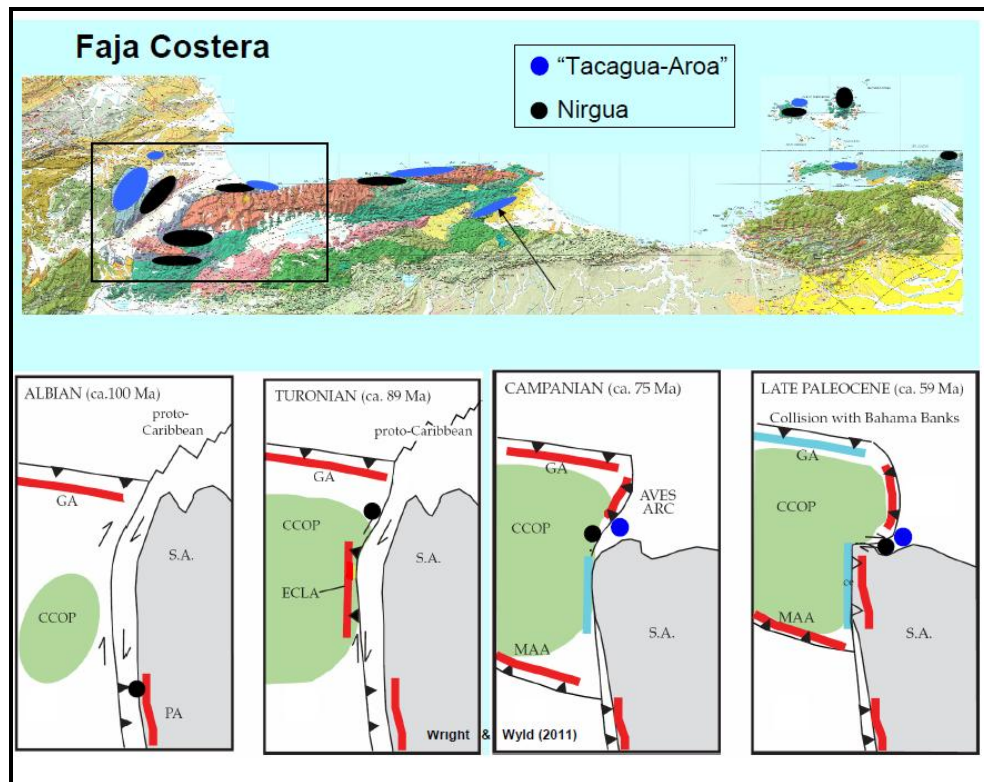


Fig. 6. Ubicación de los terrenos aroa y Nirgua de la Cordillera de la Costa. Tomado y modificado de URBANI (2012).

En la continuación del emplazamiento de las Napas de Lara se ven involucrados los cuerpos arrastrados por la placa Caribe (protolito del Complejo Nirgua), rocas del anterior margen pasivo suramericano no metamorfizado, del mismo margen pasivo ligeramente metamorfizadas (protolito de los esquistos de Aroa y Mamey), el proto-Caribe, la Formación La Luna y de la misma Formación Matatere. Dichos eventos permiten interpretar que para el Eoceno medio estos procesos compresivos interdigitan, mediante fallas de corrimiento, los esquistos de Mamey y Aroa con la Formación Matatere y la

obducción de un bloque de corteza continental grenvilliana (terreno Falconia, GRANDE 2012) (Fig. 9) puesto en contacto, mediante fallas de corrimiento, con cuerpos de la Formación La Luna (formado en el margen pasivo suramericano en el Cretácico Tardío) y de la Formación Matatere (depositado en el Eoceno medio en la cuenca antepaís, BAQUERO *et al.* 2009). Posteriormente al apilamiento de estos corrimientos, las rocas emergen y son meteorizadas lo que produce un parcial peneplanación parcial.

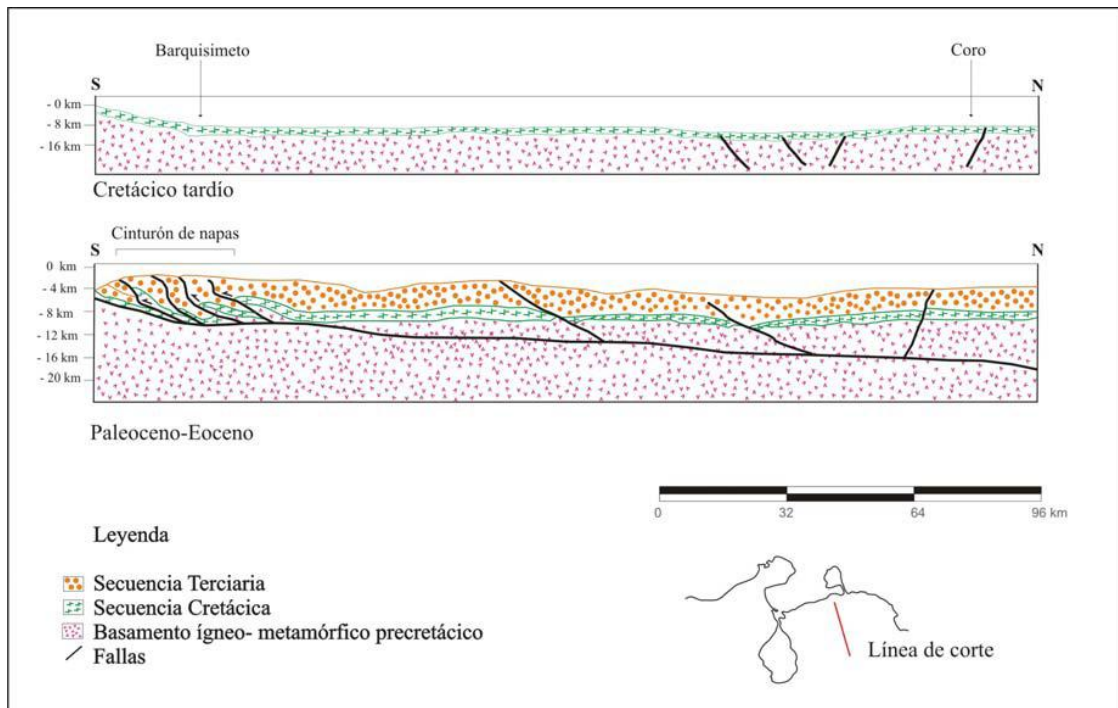


Fig. 7. Secciones geológicas mostrando la formación de corrimientos hacia el norte del estado Lara. Imagen tomada y modificada de BAQUERO *et al.* (2009), en MARTÍNEZ & VALLETA (2008).

En el Eoceno Medio la corteza llega a su máximo espesor afectando el movimiento de la placa proto-Caribe, debido a esto se empieza a generar una subducción tipo “B” en el norte de la región.

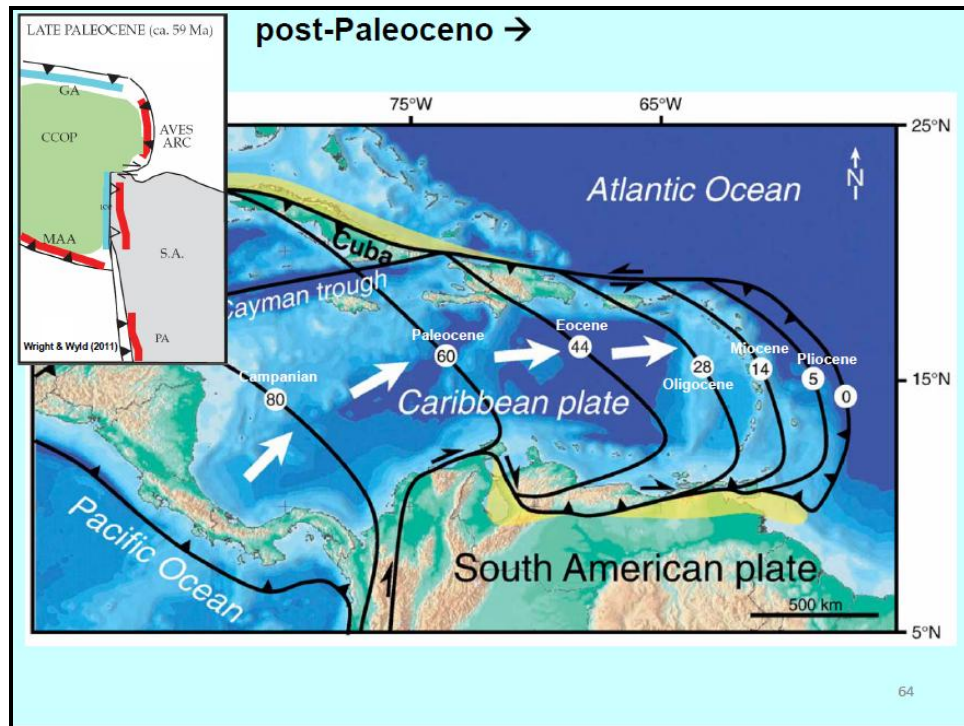


Fig. 8. Migración de la placa Caribe hacia el este al norte de la placa Suramericana. En amarillo se interpreta el emplazamiento de las unidades aloctonas. Tomado y modificado de URBANI (2012).

Para el Eoceno tardío y el Mioceno temprano como producto del paso al este del arco de islas (Fig. 8) se produce un cese de la compresión y se genera un régimen extensional en la región falconiana. Esto genera un surco debido a la reactivación de fallas pre-existentes acompañado de un colapso tectónico y un adelgazamiento de la corteza lo que genera una estructura tipo graben que da origen al Canal Falconiano con orientación OSO-ENE, en el cual en periodos del Oligoceno tardío - Mioceno temprano ocurre una transgresión hacia las tierras adyacentes (DÍAZ DE GAMERO, 1976), ocasionando una discordancia de gran angularidad y de extensión regional. Es durante este período que se depositan las unidades sedimentarias como la Formación Casupal (Fig. 11), que representa una facies de sedimentación piemontina-costera de influencia marina litoral el borde sureste de la cuenca de Falcón al norte de los estados Yaracuy y Lara, y la Formación Capadare la cual se deposita posterior a la unidad antes descrita producto del mismo proceso transgresivo producido por la formación de la cuenca de Falcón. Esta formación, de facies carbonáticas, genera una discordancia con todas las unidades infrayacentes a la misma. La máxima transgresión en la cuenca de Falcón es representada por DÍAZ DE GAMERO (1976) en un

mapa del área de Falcón y norte del estado Lara, de igual manera PORRAS (2000) presenta un bloque diagramático de la cuenca para este período (Figs. 10 y 11 respectivamente).

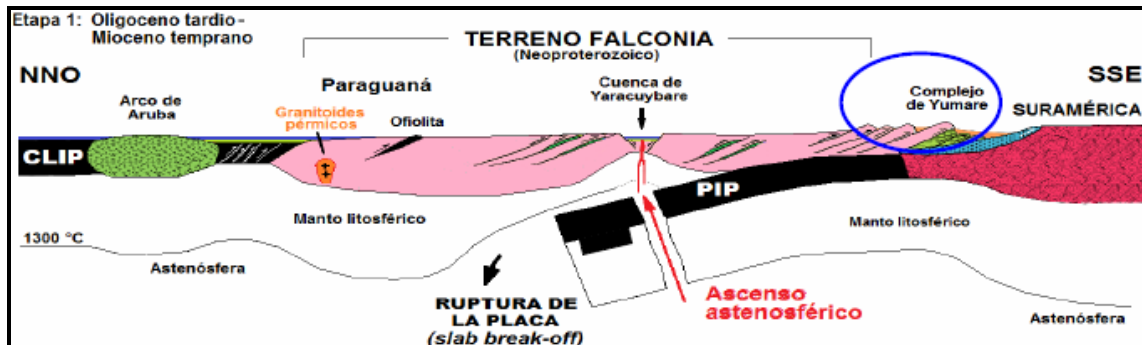


Fig. 9. Terreno Falconia. En el círculo azul se puede ver una interpretación del levantamiento del complejo Yumare producto del emplazamiento en el Paleoceno-Eoceno. Tomado y modificado de GRANDE (2012).

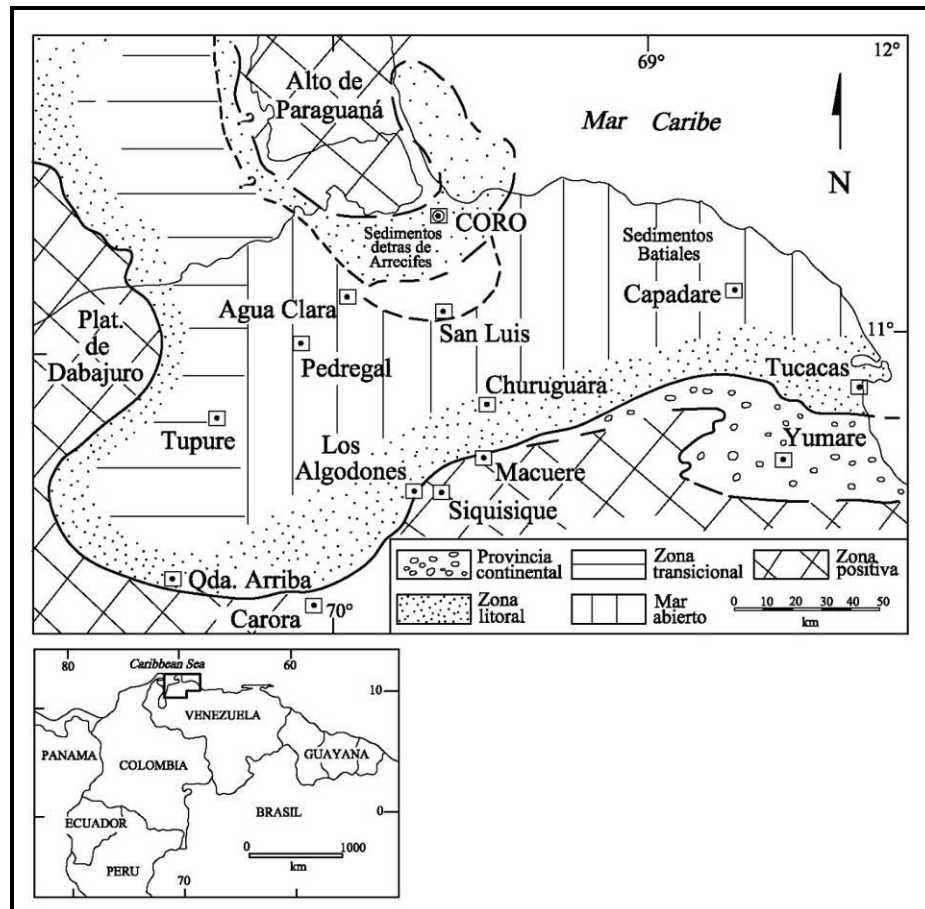


Fig. 10. Mapa de ubicación de la zona norte de la región de estudio, donde se muestra la máxima transgresión oligo-miocena en la cuenca de Falcón. Tomado de DÍAZ DE GAMERO (1977).

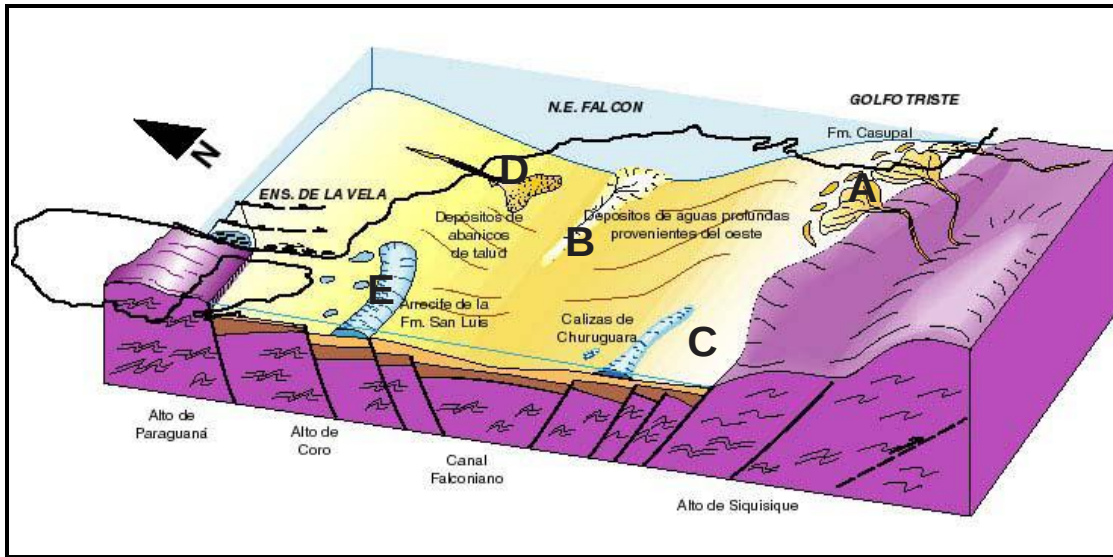


Fig. 11. Bloque diagramático de la cuenca de Falcón durante el Oligoceno – Mioceno Temprano. A: Formación Casupal. B: Depósitos de aguas profundas provenientes del oeste. C: Calizas de las formaciones Churuguara y Capadare. D: Depósitos de abanicos de talud. E: Arrecifes de la Formación San Luis. Simplificado de PORRAS (2000).

Posterior al pico transgresivo se producen facies de depositación deltaicas como producto de la regresión, en la cual se depositan las unidades más jóvenes de esta región como lo son las formaciones Cueparo, Ojo de Agua y Guaidima.

Según BAQUERO *et al.* (2009) a finales del Mioceno temprano y comienzos del Mioceno medio, se inicia una etapa compresiva la cual se caracteriza por la reactivación de las fallas pre-existentes y la posterior inversión de la Cuenca de Falcón. El evento se inicia con el plegamiento de la parte más norte de la cuenca y la reactivación de las fallas que limitaban a la amplia estructura graben. Según BOESI & GODDARD (1991) la posición ocupada por el eje de la cuenca se convierte en el eje del sistema montañoso originado por la inversión de la cuenca, dando origen a la separación del área en dos provincias sedimentarias, una al norte donde se desarrollarían facies marino costeras y marino profundas, y una al sur donde predominarían facies fluviales y de laguna. Con el levantamiento de la cuenca se originan una serie de pliegues con orientación este-noreste conocidos como el anticlinorio de Falcón.

BAQUERO *et al.* (2009) sugiere que durante el Mioceno tardío al Reciente se generan nuevas fallas debido a la acción de la placa Caribe las cuales cortan a las preexistentes y que coinciden con el levantamiento de los Andes, el cual genera un nuevo levantamiento impulsado desde el sur. Este levantamiento se une al de las fallas en el norte de la región

formando una zona triangular. BOESI & GODDARD (1991) por su parte señalan que en este período se generan fallas de componente transcurrente con una orientación aproximada este-oeste como el sistema de fallas Oca-Ancón; también sugieren que existe actividad tectónica durante el Plioceno y el Pleistoceno, responsable de levantamiento del sistema montañoso reciente y de la formación de terrazas aluviales. En la figura 12 se visualiza la situación presente de la cuenca de Falcón de manera simplificada.

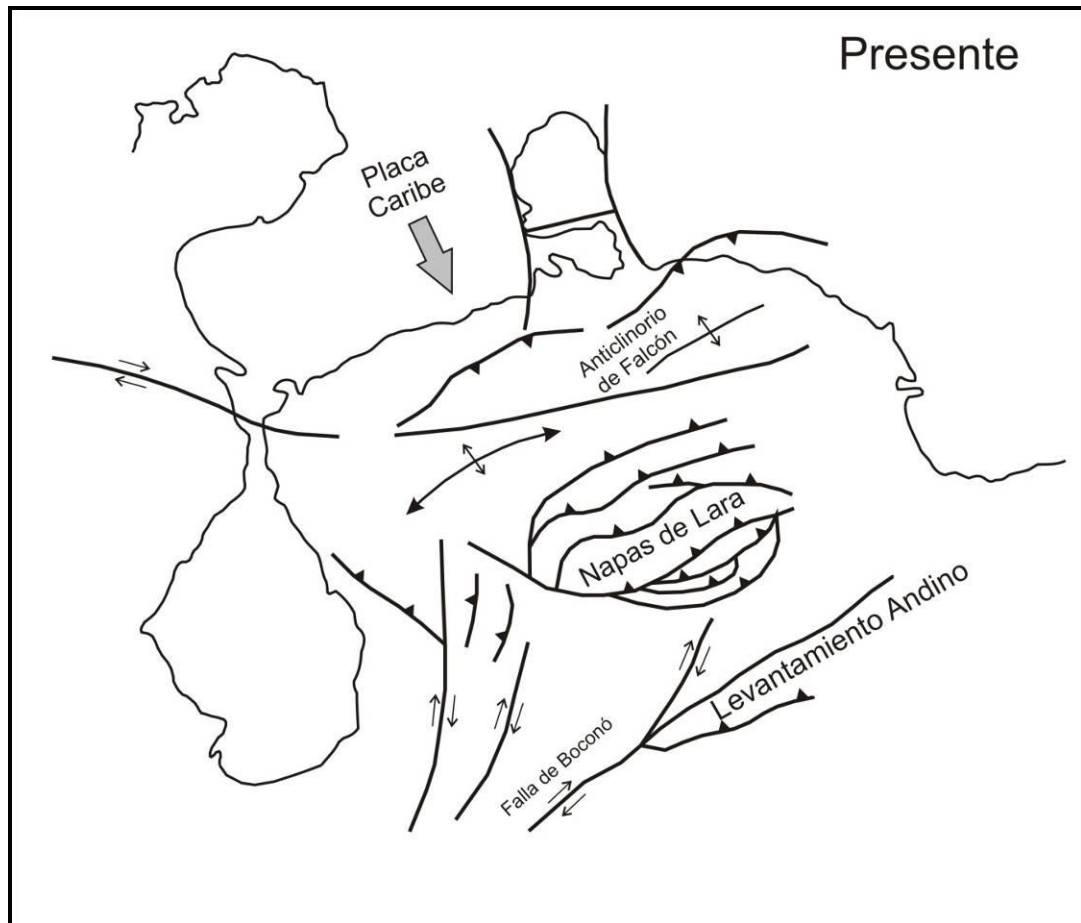


Fig. 12. Situación presente de la cuenca “invertida” de Falcón. Tomado y simplificado de BOESI & GODDARD (1991) y BAQUERO *et al.* (2009).

3. GEOLOGÍA LOCAL

El área de estudio comprende la región de Moroturo a Palmasola, en la cual está incluido el valle del Río Aroa, parte del valle de los Moroturos, la serranía de Agua Fría y el flanco norte de la serranía de Aroa. Este capítulo se centrará en las descripciones de las unidades litológicas que afloran en dicha área, tanto de los trabajos previos realizados por otros autores como el trabajo de campo realizado por el autor de este trabajo, con la finalidad de definir la naturaleza de los contactos entre los esquistos de Mamey y Aroa, y la caracterización de un cuerpo de la Formación Matatere, junto con un cuerpo de rocas volcánicas incluido dentro del mismo.

3.1. GENERALIDADES

En la región comprendida entre los poblados de Moroturo y Palmasola afloran rocas de distintas edades, desde el Cretácico hasta el Reciente, así como de diversas litologías. En la tabla 1 se pueden observar dichas unidades en orden cronológico.

La secuencia sedimentaria comprende rocas que van desde el Cretácico hasta el Cuaternario; las rocas del Cretácico están conformadas por la Formación La Luna; las rocas terciarias están conformadas por las formaciones Matatere, Casupal, Capadare, Cueparo, Ojo de Agua y Guaidima; las unidades cuaternarias van desde el pleistoceno inferior hasta el holoceno, y están conformadas por: abanicos de explayamiento, abanicos de explayamiento/conos de deyección, complejo coluvio-aluvial de piedemonte, cubeta de desbordamiento, glacis coluviales, glacis de explayamiento, lecho mayor, napa/cubeta de desbordamiento, napa de desbordamiento, planicie de desborde, planicie de explayamiento, terraza aluvial, valle coluvial-aluvial y valle encajado. Las rocas sedimentarias abarcan un 70% del área de estudio, siendo la Formación Capadare y las unidades cuaternarias las que más área abarcan.

Las rocas metamórficas están conformadas por unidades de edades proterozoicas a Cretácico Tardío (Campaniense-Cenomaniense); entre las unidades tenemos a las pre-

mesozoicas y mesozoicas como son los complejos San Julián y Nirgua, el Esquisto de Aroa, de edad Cretácico Tardío (Campaniense-Cenomaniense); y el Esquisto de Mamey de edad Cretácico Temprano (Aptiense-Albiense); éstas abarcan un 25% del área de estudio, siendo las unidades más extensas los esquistos de Aroa y Mamey.

Las rocas ígneo-metamórficas están representadas por los complejos San Quintín y Yumare, de edad Cretácico y Neoproterozoico respectivamente. Estas rocas abarcan aproximadamente un 5% del área de estudio y se presentan como complejos circulares alineados oeste-este, en contacto discordante y de falla con unidades cretácico tardío y terciarias.

El trabajo de campo se llevó a cabo en varios sectores de interés para este trabajo en el área comprendida entre Moroturo y Palmasola. Entre estos sectores están: las quebradas Sanchón y Charo Grande, del sector Caño Negro, edo. Lara, en las que se estudiaron las rocas pertenecientes a la Formación Matatere y al Esquisto de Aroa respectivamente; también se visitó la quebrada Las Guabinas, edo. Lara, para estudiar el Esquisto de Mamey y poder establecer diferencias con el Esquisto de Aroa; a su vez se hicieron recorridos por los tributarios de la quebrada Chinquinquirá aledaños al sector Caño Negro para estudiar el cuerpo de rocas volcánicas incluido dentro de la Formación Matatere; y se buscaron unos cuerpos de serpentinitas ubicados en el mapa de BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) en la quebrada El Charal, edo. Yaracuy. Dicha información está contemplada en la descripción de las unidades mencionadas.

A continuación se presenta una lista de las abreviaturas utilizadas en este capítulo:

NC: Nícoles Cruzados	Px: Piroxeno	Cal: Calcita	Py: Pirita
NP: Nícoles Paralelos	Cpx: Clinopiroxeno	Chl: Clorita	Gr: Grafito
Mtz: Matriz	Opx: Ortopiroxeno	Opq: Opacos	Hem: Hematita
Pl: Plagioclasa	Anp: Anfíbol	Act: Actinolita	Mgt: Magnetita
Qtz: Cuarzo	Hbl: Hornblenda	Ep:Epidoto	Prh: Prehnita
Ttn: Titanita	Zrn: Zircón	Stp: Estilpnomelano	Opa: Opacos
Ms: Moscovita	Grt: Granate	Kfs: Feldespato-K	
Ap: Apatito	Ser: Sericita	Sil: Sillimanita	

Tabla 1. Unidades geológicas en la región de Moroturo y Palmasola

Unidades	Edad	Nomenclatura	Litología
Unidades Sedimentarias			
Formación Guaidima	Plioceno	Tgd	Conglomerado, arenisca y lutita
Formación Ojo de Agua	Plioceno	To	Arenisca, conglomerado y caliza arenosa y nodular
Formación Cueparo	Mioceno	Tcu	Lutita, arenisca, caliza y coquina
Formación Capadare	Mioceno	Tcd	Caliza y arenisca limpia
Formación Casupal	Oligoceno-Mioceno Temprano	Tca	Arenisca, lutita y conglomerado
Calizas Fosilíferas (Informal)	Eoceno?	Tec	Calizas fosilíferas
Formación Matatere	Eoceno Medio	Tem	Arenisca, conglomerado y lutita, secuencia Flysch
Formación La Luna	Cretácico (Cenomaniense-Campaniense)	Kl	Caliza y lutita con concreciones ocasionales y chert
Unidades Metamórficas			
Esquisto de Aroa	Cretácico Tardío (Campaniense-Cenomaniense)	Ka	Esquisto carbonático-grafitoso, filita y mármol laminado grafitoso, esquisto cuarzo-micáceo-grafitoso, metarenisca y metaconglomerado, “Rocas Verdes”.
Esquisto de Mamey	Cretácico Temprano (Aptiense- Albiense)	Km	Esquistos carbonático cuarzo-sericítico, esquisto grafitoso, caliza cristalina maciza, mármol laminado grafitoso; metarenisca y metaconglomerado; filita carbonacea.
Complejo Nirgua	Mesozoico	Kn	Esquisto cuarzo-micáceo, caliza cristalina; anfibolita; anfibolita granatífera, esquisto gnéísico cuarzo-feldespático, esquisto clorítico-epidótico-anfibólico, metarenisca.
Peridotita y serpentinita	Mesozoico?	Ksp	Peridotita y serpentinita
Complejo San Quintín	Mesozoico	Kq	Secuencia metasedimentaria de metarenisca, metalimolita, filita, escasos niveles de metaconglomerado y metavolcánicas.
Complejo Yumare	Neoproterozoico	Xy	Anortosita, gabro, horblendita, granofiro, clinopiroxenita, rocas esquisto/gnéísicas, trondjemita, tonalita gneis hornbléndico epidótico.
Complejo San Julian	Pre-Mesozoico	Psj	Esquisto y gneis cuarzo - plagioclásico - micáceo, mármol, cuarcita y diversos tipos de rocas metaígneas mayoritariamente máficas (como anfibolita, gabro, diorita, tonalita y granodiorita)

3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS

A continuación se describirán las unidades litológicas representadas en los mapas 1:25.000 que afloran en el área de estudio.

3.2.1. Unidades sedimentarias

3.2.1.1. Formación La Luna

Consideraciones históricas

GARNER (1926) publicó originalmente el nombre de caliza de La Luna, posteriormente descrita en detalle por HEDBERG & SASS (1937) con rango de formación.. RENZ (1959) reconoce los cambios litológicos de la Formación La Luna en los estados Trujillo y Lara, dividiéndola en tres miembros: La Aguada, Chejendé y Timbetes.

Localidad tipo

Según SCHERER (1997a) se encuentra ubicada en la quebrada La Luna a unos 200 m al oeste de la Hacienda La Luna, distrito Machiques, Sierra de Perijá, estado Zulia.

Extensión

Esta unidad se extiende en toda la cuenca de Maracaibo, estado Zulia, así como en los estados Falcón, Lara, Trujillo, Mérida, Táchira, Barinas y la península de la Goajira (SCHERER 1997a). Para la zona de estudio LOZANO & MUSSARI (2007) y URBANI *et al.* (2008) describieron dos pequeños cuerpos elongados de aproximadamente 0,4 km² y 0,2 km² ubicados en el flanco norte del macizo La Zurda y al sur de la quebrada Aguacate, estado Yaracuy; esta unidad ocupa un 1% del área total de la zona de estudio (Fig. 13).

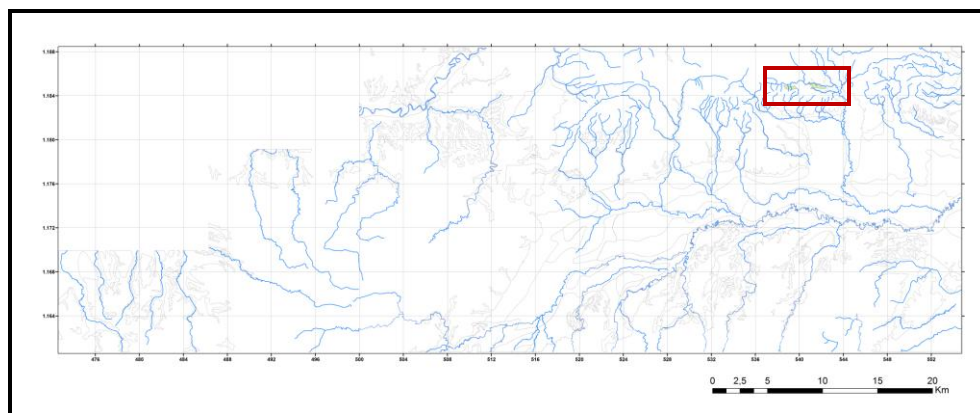


Fig. 13. Extensión de la Formación La Luna en la zona de estudio.

Contactos

La Formación La Luna en general presenta contacto concordante con la Formación Maraca (infrayacente) y con la Formación Colón (suprayacente) en la región de Maracaibo, también grada hacia el Sur lateralmente con la Formación Capacho (SCHERER 1997a).

En el macizo La Zurda se encuentra en contacto de falla de corrimiento con el Complejo Yumare. El cuerpo occidental se encuentra en contacto discordante con la Formación Casupal y el cuerpo oriental al norte está cubierto por el aluvión Cuaternario, lo cual enmascara la falla que delimita este cuerpo. Probablemente las rocas del Terciario (Casupal) lo cubren discordantemente (LOZANO & MUSSARI 2007).

Litología

SCHERER (1997a) describe que la Formación La Luna consiste típicamente de calizas y lutitas calcáreas fétidas, con abundante materia orgánica laminada y finamente dispersa, delgadamente estratificadas y laminadas, densas, de color gris oscuro a negro; la ftanita negra es frecuente en forma de vetas, nódulos y capas delgadas; las concreciones elipsoidales a discoidales de 10 a 80 cms de diametro, son características típicas de la Formación, que permiten reconocerla en cualquier afloramiento. Muchas de las concreciones tienen amonites y otros macrofósiles en su interior. Las capas de caliza varían en espesor de 1 - 2 cms hasta unos 50 cms, con estratificación uniforme y monótona. Fracturas frescas de las calizas tienen olor característico y fuerte a bitumen.

Para la zona de estudio, LOZANO & MUSSARI (2007) señalan que en la región del macizo La Zurda los cuerpos de esta Formación se observan principalmente como bloques de caliza embebidos en un suelo residual. La roca predominante es la caliza de color negro y gris oscuro que meteoriza a color gris pardo claro, presenta gran cantidad de vetas de calcita blanca, en ocasiones se observa brechada. URBANI *et al.* (2008b) estudian estos cuerpos y señalan que están constituidos mayoritariamente por caliza negra, con intercalaciones de lutita negra y que la disgregación de los afloramientos de caliza produce conspicuas lajas negras de espesor centimétrico que se distinguen aún en suelo residual.

Espesor

Su espesor en la cuenca de Maracaibo es de 100 a 300 m, con tendencia a aumentar de sur a norte, y en su localidad tipo se estima que es de 300 m (SCHERER 1997a).

Fósiles

De acuerdo a RENZ (1959) en la Formación abundan los foraminíferos planctónicos: *Rotalipora*, *Globotruncana*, *Guembelina*, los restos de peces y los ammonites: *Coilopoceras*, *Barroisiceras*, *Hoplitoides*, *Peroniceras*, *Texanites*. RENZ (1982) reporta una fauna de ammonites caracterizada por los géneros: *Acanthoceras*, *Protacanthoceras*, *Fagesia*, *Nannovascoceras*, *Vascoceras*, *Paramammites*, *Pseudoneoptychites*, *Neoptychites*, entre otros. ROMERO & GALEA (1995) mencionan *Bolivinoides culverensis* y *Bolivinoides sirticus* del Campaniense, recolectados del Miembro Tres Esquinas en el tope de la formación, donde además destacan las abundantes bioturbaciones producidas por *Planolites* y *Thalassinoides*, indicando que el diámetro de los icnofósiles aumenta hacia el tope de la sección.

En la zona de estudio Urbani et al. (2008) identifican abundantes radiolarios recristalizados, así como escasos fragmentos de foraminíferos mal preservados, igualmente recristalizados y no identificables.

Edad

SCHERER (1997) asigna una edad Cretáceo Tardío: Cenomaniense a Campaniense.

Paleoambiente

En SCHERER (1997) se indica que la Formación La Luna se depositó en un ambiente marino euxínico de profundidad variable. BOESI *et al* (1988) indica profundidades que van de 100 m en el Turoniense hasta aproximadamente 800 m en el Campaniense, y mencionan condiciones euxínicas del Turoniense hasta el Santoniense.

3.2.1.2. Formación Matatere

Consideraciones históricas

Originalmente en informes de las empresas petroleras esta formación fue agrupada con la suprayacente Formación Misoa dándose a conocer como Formación Misoa/Trujillo, luego el nombre Trujillo fue restringido sólo a la sección inferior de predominancia lutítica (SUTTON 1946).

El nombre por el cual se le conoce actualmente fue introducido por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1966) para designar una espesa secuencia de turbiditas, asociados con varios horizontes de capas de peñones. Posteriormente (1968) presentan una descripción más detallada de esta formación.

Localidad tipo

Su localidad tipo reside en las quebradas que cortan a las serranías de Matatere y Parupano, ubicadas en el norte del estado Lara (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1967).

Extensión

La Formación Matatere aflora en todo el estado Lara abarcando una superficie de 6.600 km². En el área de estudio esta Formación aflora en ambos flancos del río Tocuyo. En la región de estudio la Formación Matatere está restringida a un cuerpo en forma de cuña en el sector Caño Negro, edo. Lara y a un cuerpo elongado en el flanco norte del macizo Salsipuedes; abarca un 2% del área total de unidades que afloran en la zona (Fig. 14).

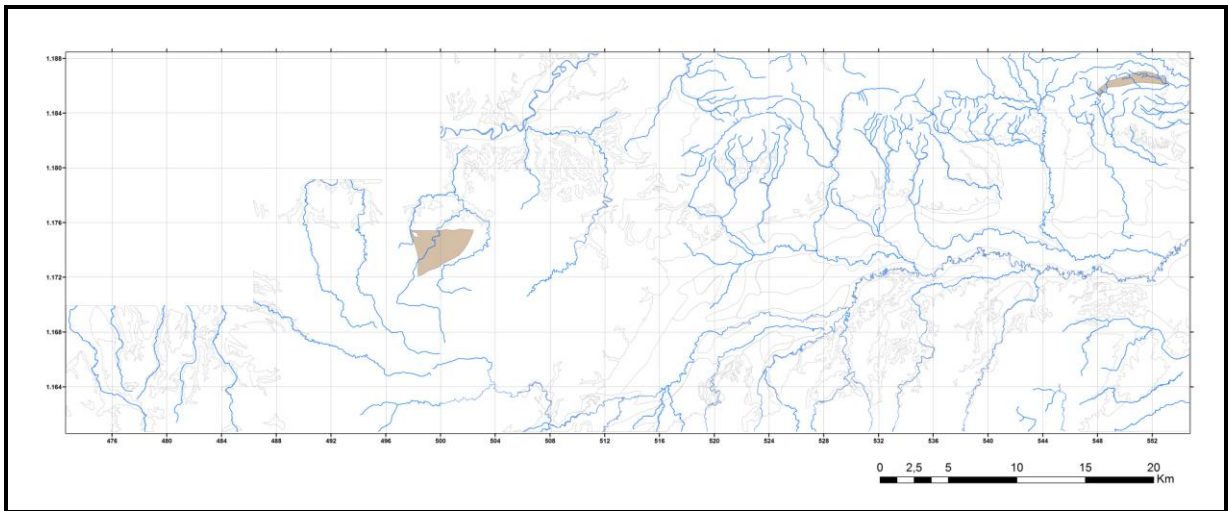


Fig. 14. Extensión de la Formación Matatere en la zona de estudio.

Contactos

En la zona de estudio esta unidad se presenta en contacto discordante por debajo de la Formación Casupal y en contacto de falla de corrimiento con el Complejo Yumare, en el flanco norte del macizo Salsipuedes.

En la zona de Caño Negro se encuentra en contacto de falla con la Formación Capadare y en contacto de falla de corrimiento con los esquistos de Mamey y Aroa, y con la misma Formación Capadare.

Litología

NATERA (1957) la define como Eoceno si diferenciar y describe tres tramos diferentes que fueron cartografiadas como una sola debido a que los afloramientos se encontraban, muy deformados y no permitieron establecer la relación entre ellas, ni el espesor de cada una.

La parte inferior consiste en capas de conglomerado mal escogido que pasan transicionalmente a capas de arenisca de grano fino a grueso con cherts negros, intercaladas con lutita laminada de color gris oscuro a rojizo claro. La relación entre esta unidad y la segunda, no está claramente definida debido a lo plegadas y falladas que se encuentran las secuencias.

El tramo medio lo describió como una secuencia monótona, compuesta por arenisca de grano muy fino, ausente de fósiles y ferruginosa de color marrón oscuro a un gris verdoso con aspecto "lutítico". Señala que encontró cuerpos de caliza limosa no fosilífera y de color gris embebidos en la roca.

La parte superior fue descrita como una secuencia de arenisca intercalada con lutita de color gris oscuro algo carbonática. Esta secuencia se le asemeja a la primera unidad, pero reitera que estratigráficamente se encuentra por encima de esta.

Según BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) la Formación Matatere consiste en una gruesa secuencia de turbiditas con muchas características de "flysch" europeo, y está conformada por una monótona alternancia de areniscas y lutitas, caracterizándose por el desarrollo de gradación y marcas de base, y la presencia de horizontes de capas de peñas y peñones y de grandes bloques aloctonos.

Las areniscas forman capas de 30 cm de espesor en la mayoría de los casos y llegan a alcanzar los 3 metros, son de color gris verdoso o marrón y al meteorizar presentan el típico aspecto "sal y pimienta" de las areniscas impuras; son de grano medio con escogimiento pobre y granos sub-angulares a angulares, el contenido de matriz es de 10-25%; al igual que el conglomerado está compuesta por cuarzo, micas, feldespatos y diversos fragmentos líticos: caliza, filita, esquisto, cuarcita, lutita, rocas volcánicas y gneis, constituyen aproximadamente de 25 a 35% de volumen en la roca. La lutita es generalmente negra y meteoriza a un color verdoso o marrón, se encuentra irregularmente interestratificada y constituyen entre 33 y 55% de la unidad.

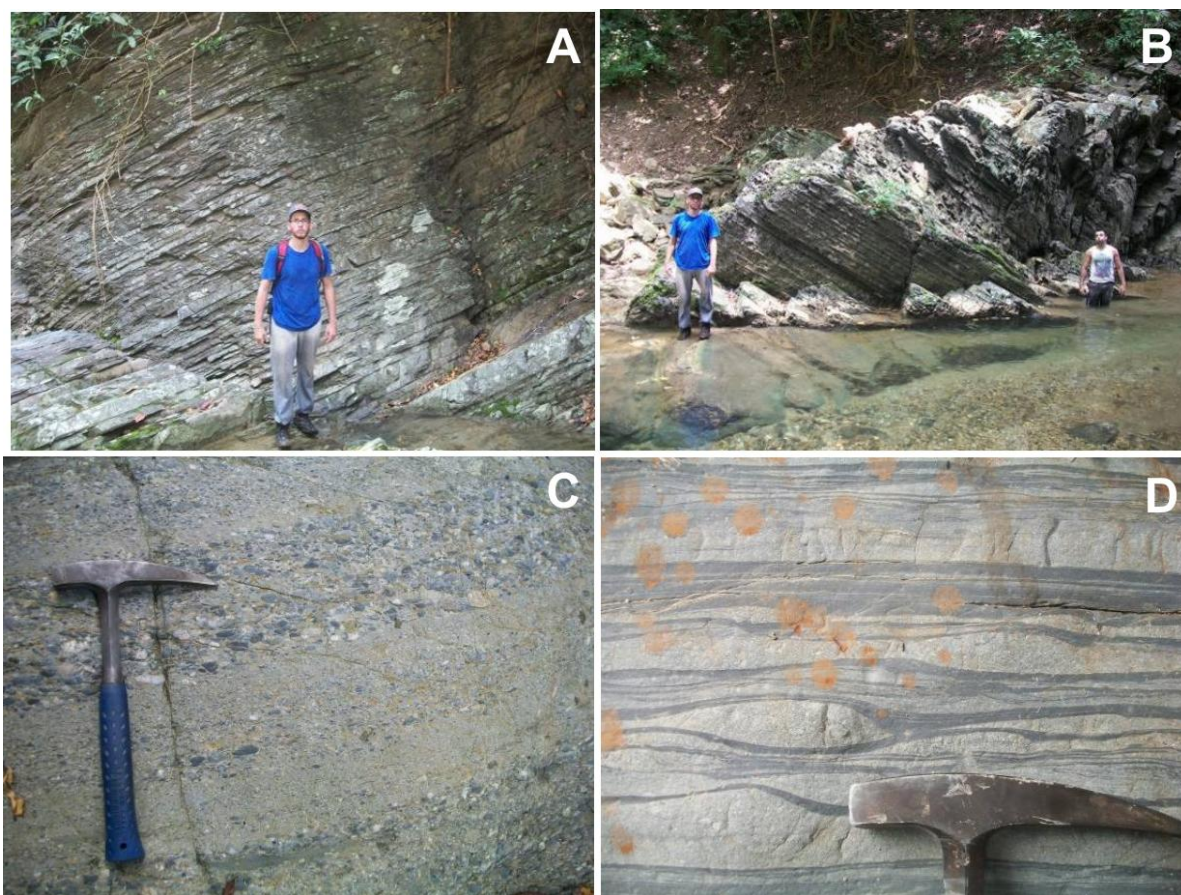


Fig. 15. Afloramientos de la Formación Matatere en la quebrada Sanchón, sector Caño Negro. A) Punto La-202: intercalación de arenisca y lutita típica secuencia flysch. B) Punto La-203: intercalación de arenisca y lutita con niveles de conglomerado. C) Punto La-205: arenisca con niveles conglomeráticos imbricados. D) Punto La-207: arenisca con niveles lutíticos representando una estructura sedimentaria tipo flaser.

De la Formación Matatere se recolectaron muestras tanto de las rocas aflorantes, como de clastos individuales presentes en ellas para su posterior análisis petrográfico. De las muestras de rocas se definieron un total de cuatro tipos litológicos representados en la tabla 2.

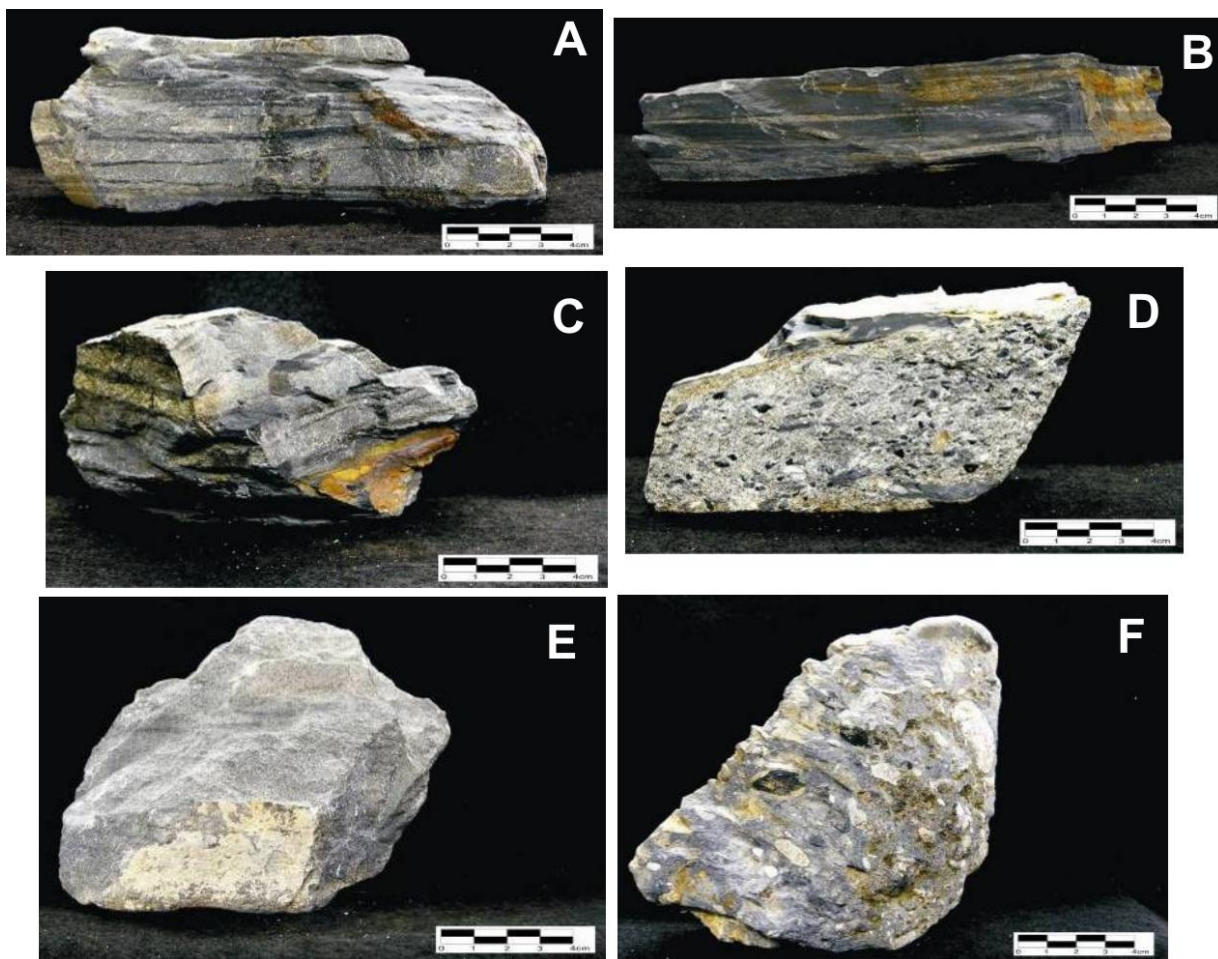


Fig. 16. Tipos litológicos en afloramientos de la Formación Matatere en la quebrada Sanchón, sector Caño Negro. A) y C) Punto la-202: muestra La-202 descrita como una grauvaca cuarzosa. B) Punto La-204: muestra La-204 identificada como una arenisca. D) Punto La-205: muestra La-205B descrita como un paraconglomerado polimíctico. E) Punto La-207: muestra La-207AR descrita como una grauvaca feldespática. F) Punto La-205: muestra La-205CR descrita como un ortoconglomerado polimíctico.

Tabla 2. Tipos litológicos de la Formación Matatere recolectados en la Qda. Sanchón.

Tipo Litológico		Muestras	Análisis Petrográfico
Arenisca	Grauvaca cuarzosa	La-202, La-205A, La-207AR,	La-202
	Grauvaca feldespática		La-207AR
Conglomerado	Paraconglomerado polimíctico	La-205B, La-205CR	La-205B
	Ortoconglomerado polimíctico		La-205CR

- **Grauvaca cuarzosa**

Roca compuesta por un tamaño de grano de 0,05 a 0,2 mm, con buen escogimiento, esfericidad media y subredondeados. El contacto entre los granos es en su mayoría grano-matriz, aunque también se observan grano-cemento y puntual. Está compuesta principalmente por cuarzo (57%) en su mayoría macrocristalino plutónico y metamórfico y se observa también policristalino metamórfico, feldespato (1%) entre microclino y plagioclasa, esta última se encuentra alterada, chert (<1) y minerales accesorios como muscovita y pirita (2%). La matriz es de minerales de arcilla aunque se encuentra ilitizada (Fig.17E); representa un 30% del total de la muestra. El cemento (10%) es de minerales de arcilla, rellenando poros y en aros y envoltorios, lo que no permite el sobrecrecimiento de cuarzo. La compactación es baja debido a que los niveles de arcilla que se intercalan con las arenas son las que reciben el principal impacto de la presión y los granos no se ven tan afectados por este evento, sin embargo en las lutitas si se ven marcas de una alta compactación ya que se observa un alineamiento de sus componentes arcillosos (Fig.17A-B).

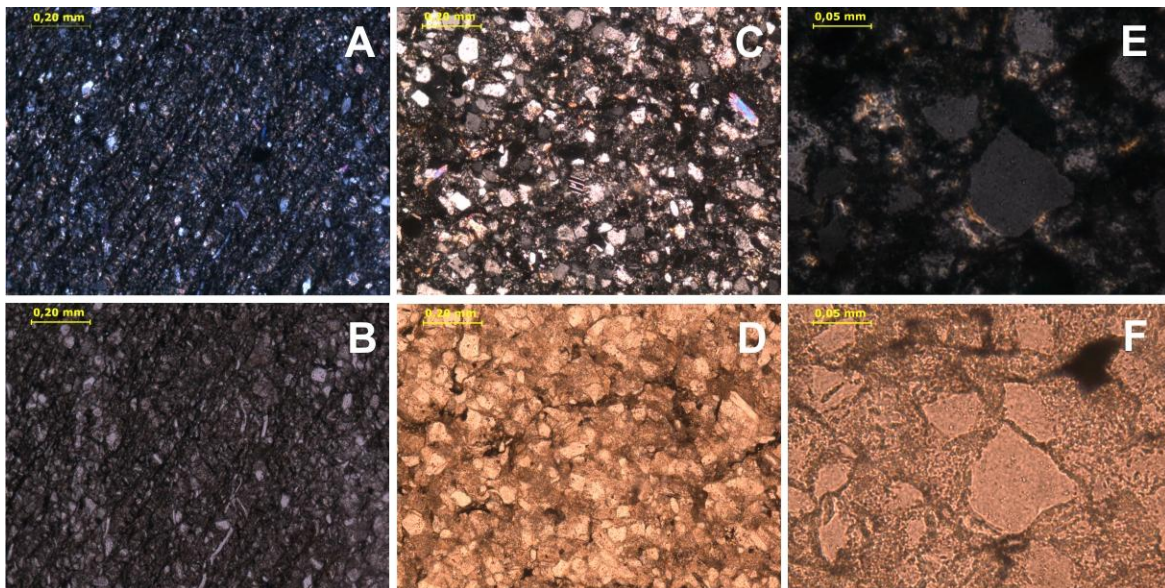


Fig. 17. Muestra La-202, Grauvaca cuarzosa de la Formación Matatere. A y B) Alineamiento de los niveles de lutita presentes en la muestra, NC y NP. C y D) Vista general de la muestra, NC y NP. E y F) Clastos de cuarzo con cemento de minerales de arcilla ilitizado, NC y NP.

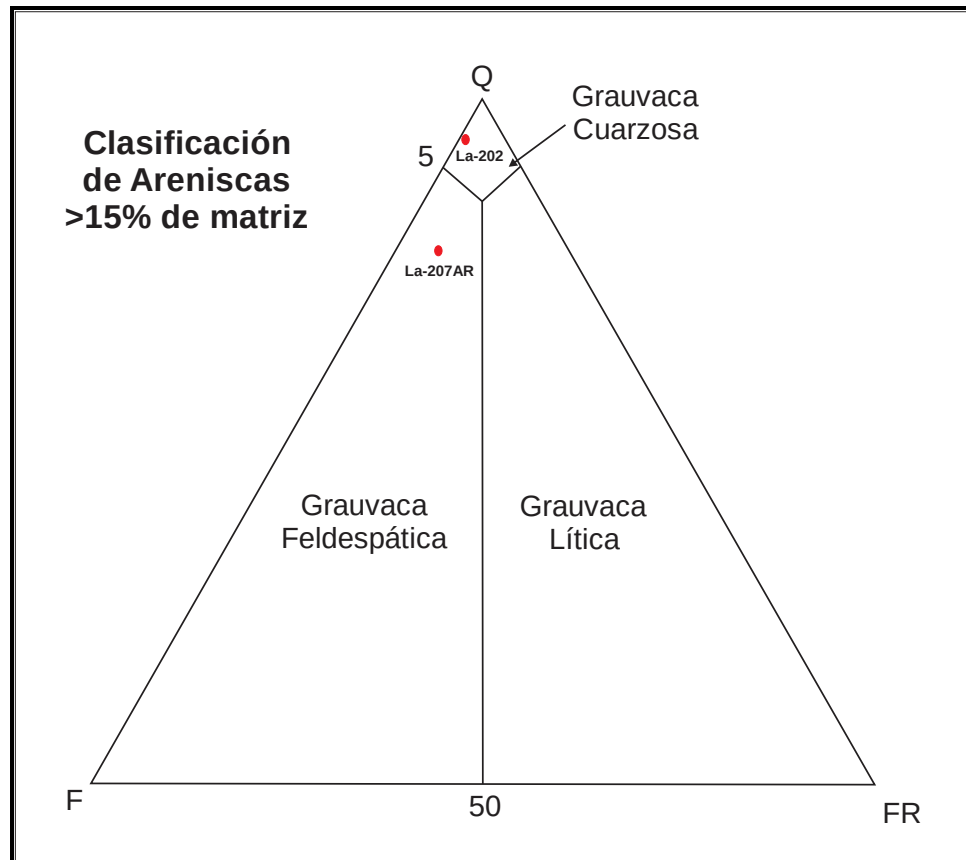


Fig. 18. Muestras de grauvaca feldespática y cuarzosa graficadas en triángulo Q-F-FR, para areniscas con más de 15% de matriz. Q=Cuarzo, F=Feldespato, FR=Fragmento de roca

- **Grauvaca feldespática**

Roca compuesta por un tamaño de grano de 0,05 a 0,4 mm, con buen escogimiento, esfericidad media y subredondeados. El contacto entre los granos es en su mayoría grano-matriz y grano-cemento, aunque también se observan puntual, longitudinal y suturado. Está compuesta principalmente por cuarzo (51%) en su mayoría macrocristalino plutónico y metamórfico, feldespato (5%) entre ortosa y plagioclase, esta última se encuentra alterada, chert (2%) y minerales accesorios como anhidrita, muscovita y piritita (2%). La matriz es de minerales de arcilla (Fig.19C); representa un 25% del total de la muestra. El cemento (15%) está compuesto de minerales de arcilla la cual es el producto de la transformación de la matriz arcillosa (Fig. 19C); también hay cemento de minerales carbonáticos (Fig.19A-E) y caolinita rellenando poros y en aros y envoltorios de granos. Se observa deformación de micas (Fig.19G) así como contactos suturados y longitudinales indicativos de una compactación media.

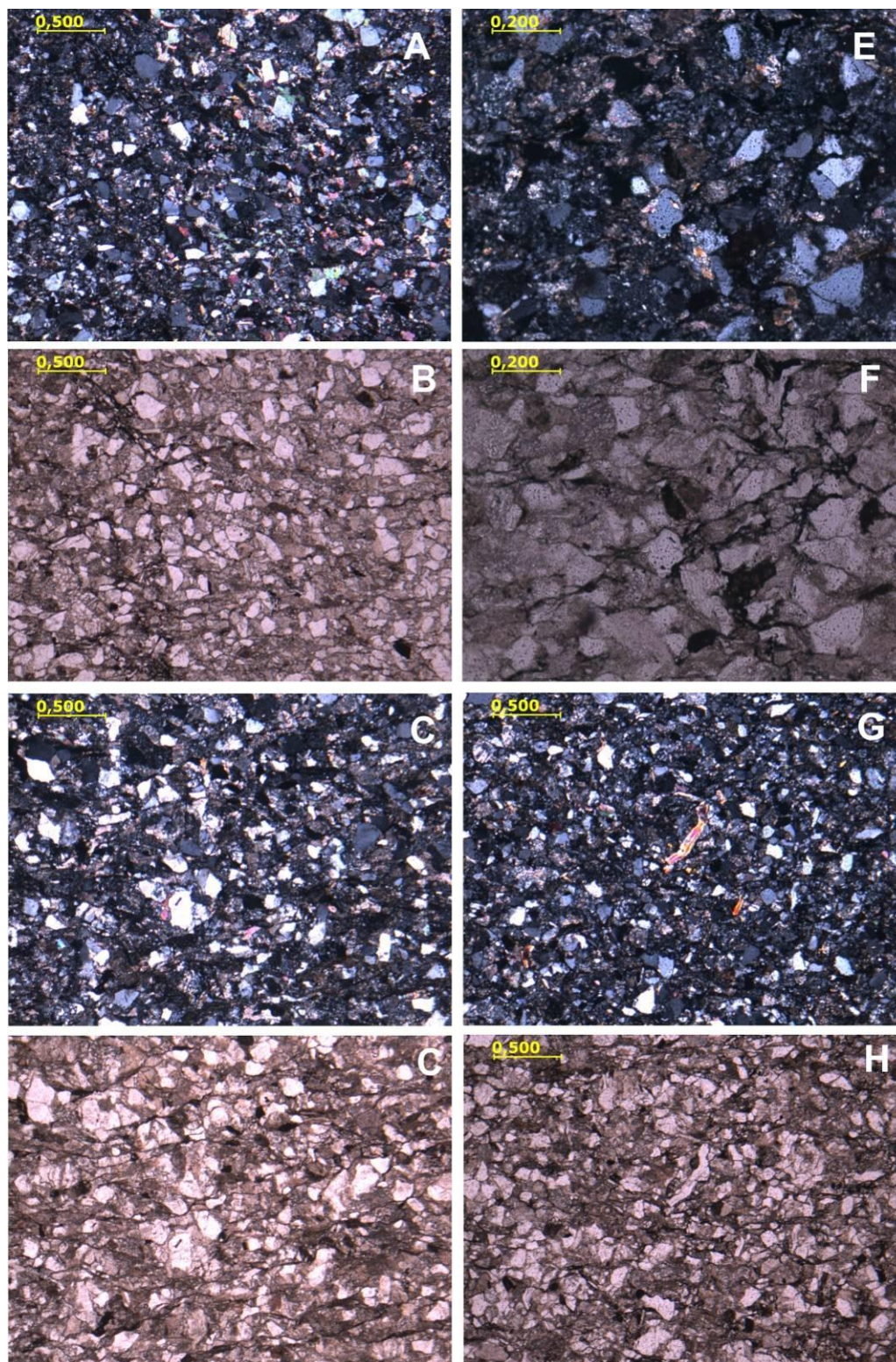


Fig. 19. Muestra La-207AR, Grauvaca feldespática de la Formación Matatere. A y B) Granos de cuarzo con cemento carbonático, NC y NP. C y D) Granos de cuarzo con cemento de minerales de arcilla, NC y NP. E y F) Cemento carbonático y de minerales de arcilla, NC y NP. H y G) Micas con deformación, NC y NP.

- **Paraconglomerado polimítico**

Roca en la que predominan los clastos tamaño granulo (2-4 mm) siendo el promedio de 2,5 mm, sin embargo también hay presencia de arena y guijarros. Presenta un escogimiento bueno y los clastos tienden a ser redondeados con una esfericidad media-alta y orientación anisotrópica. El contenido de clastos es de 40% de diversa composición, el contenido de matriz es de 45%, siendo mayoritariamente de granos de cuarzo y minerales de arcilla, aunque también se observa oligoclasa; el tipo de cemento predominante es de minerales de arcilla (10%) y sobrecrecimiento de cuarzo (5%).

Entre los clastos abundan los fragmentos de roca (30%) de diversa litología, el cuarzo (10%) son policristalino metamórfico (Fig. 21C). A continuación se describen los clastos fragmentos de roca:

Clastos de arenisca cuarzosa (Fig. 20A): se observan dos tipos de fragmentos que pueden ser denominados de esta forma, la única diferencia que poseen es su tamaño de grano. Uno de los fragmentos es una roca de tamaño de grano de 0,5 mm en promedio, bien escogida de esfericidad media y subredondeados. No se observa matriz y el tipo de cemento es de minerales carbonáticos, y el tipo de contacto predominante es longitudinal y está compuesto principalmente por cuarzo macrocristalino metamórfico; estos tipos de fragmentos en general se encuentran redondeados y poseen un tamaño promedio de 1,5 mm. El otro tipo de fragmento es una roca de tamaño de grano promedio 0,05 mm bien escogidos de buena esfericidad y redondeados, en el que el tipo de contacto predominante es grano-cemento; está compuesto principalmente por cuarzo macrocristalino metamórfico y el cemento predominante es de minerales de arcilla; estos fragmentos se encuentran alargados y su tamaño promedio es de 2 mm.

Clastos de lutita o lodolita (Fig. 20A): fragmento de roca compuesta en su mayoría por minerales de arcilla alineados con algunos granos de cuarzo redondeados de unos 0,05 mm de diámetro. En general estos fragmentos se encuentran alargados y su tamaño promedio es de unos 3 mm.

Clastos de basalto (Figs. 20E y 21A): fragmento de roca de 2 mm de tamaño promedio, con textura traquítica, compuesta por plagioclasa euhedral (oligoclasa), alterada a epidoto; La matriz es criptocristalina y usualmente de color oscuro. Algunos de estos clastos se encuentran

totalmente cloritizados y suelen presentar en los bordes clorita y cemento carbonático y de óxido de hierro

Clastos de esquisto (Fig. 20G): roca foliada de tamaño promedio 1,5 mm, compuesta por cuarzo y calcita xenoblástica principalmente, aunque poseen grafito y micas lo cual le otorga la orientación a la roca.

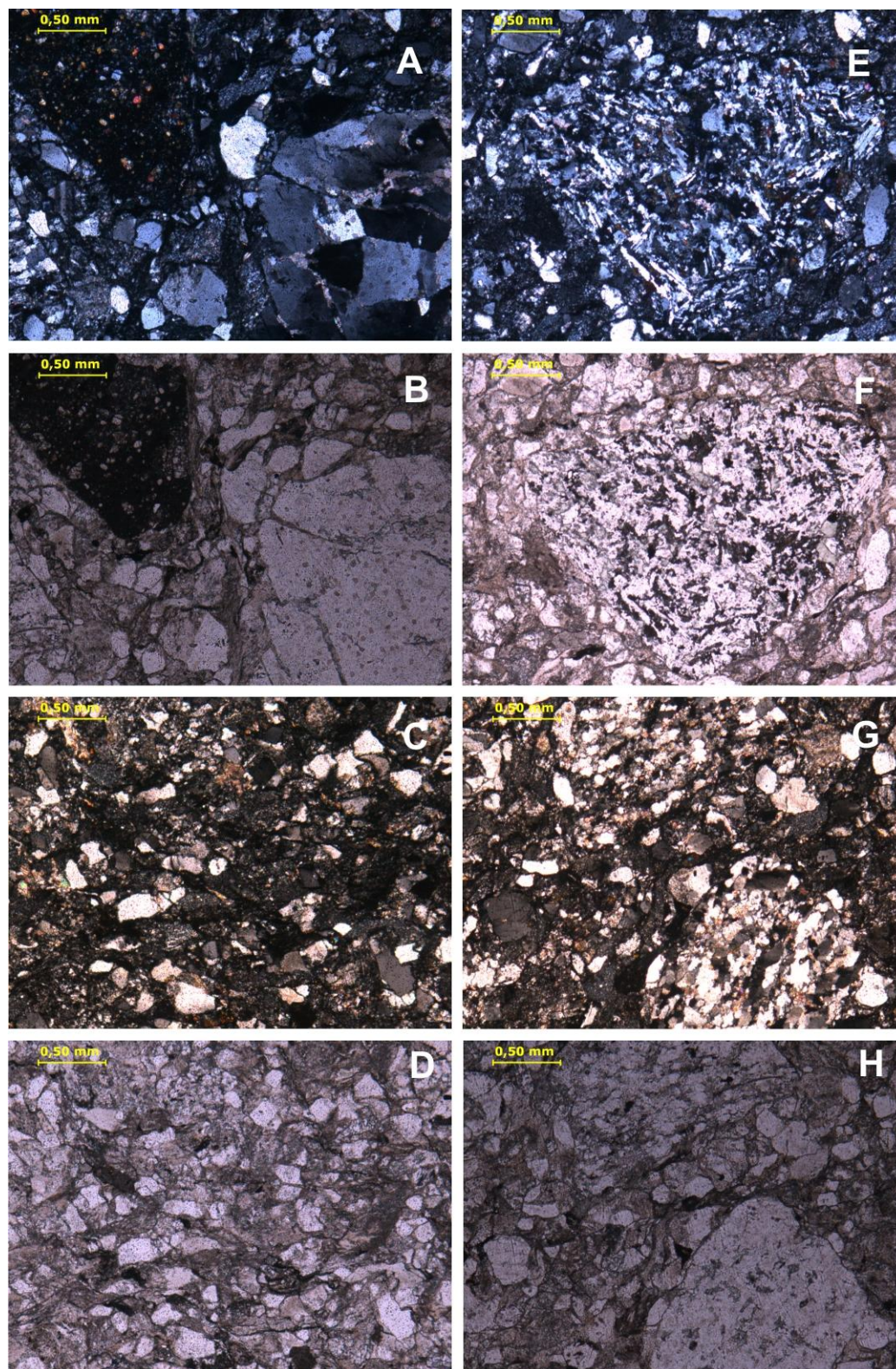


Fig. 20. Muestra La-205B, Paraconglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A y B) Fragmento de arena cuarzosa y lodolita, NC y NP. C y D) Vista general de la matriz, NC y NP. E y F) Fragmento de roca volcánica, NC y NP. H y G) Fragmento de esquistos cuarzoso carbonático, NC y NP.

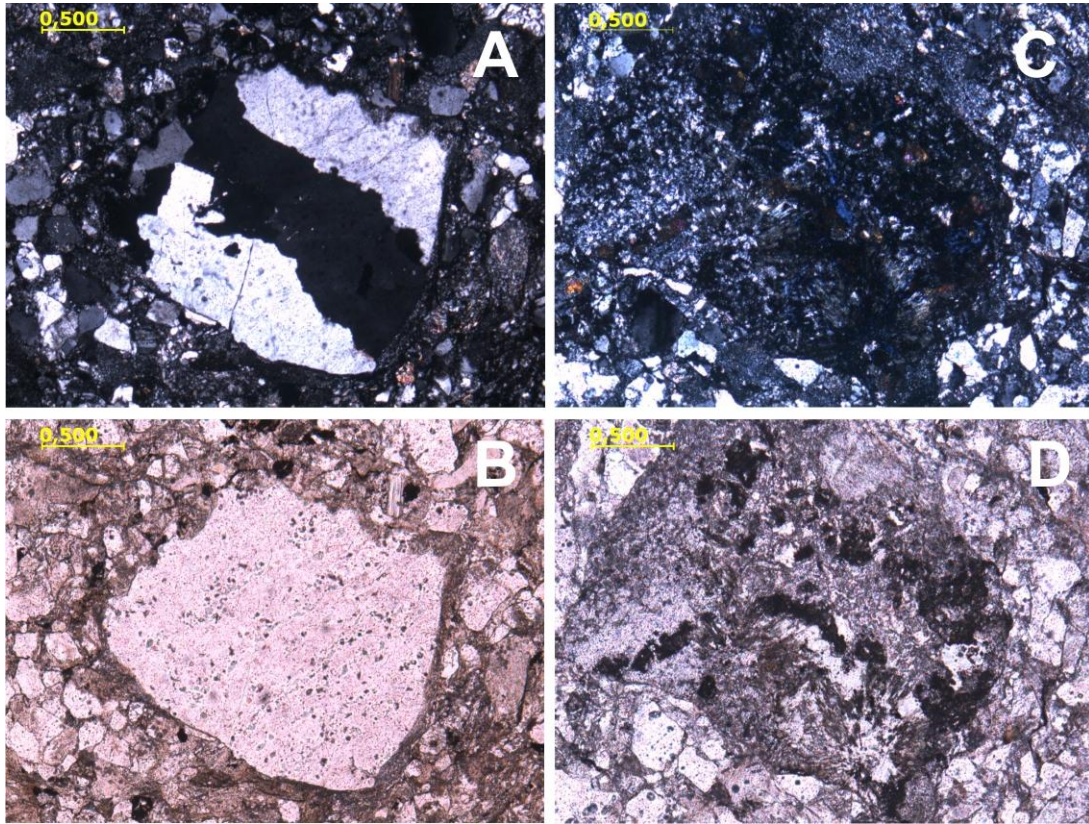


Fig. 21. Formación Matatere, Muestra La-205B, Paraconglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A y B) Fragmento de cuarzo policristalino, NC y NP. C y D) Clorita en fragmento de roca volcánica, NC y NP.

- **Ortoconglomerado polimíctico**

Roca en la que predominan los clastos tamaño guijarro (4-64 mm) siendo el promedio de 5 mm, sin embargo también hay presencia de gránulos. Presenta un escogimiento medio y los clastos tienden a ser redondeados con una esfericidad media-alta y orientación anisotrópica. El contenido de clastos es de 60% de diversa composición, el contenido de matriz es de 30%, siendo mayoritariamente de granos de cuarzo, plagioclasa y minerales de arcilla, aunque también se observa oligoclasa; el tipo de cemento predominante es de minerales de arcilla (15%) y minerales carbonáticos (5%).

Entre los clastos abundan los fragmentos de roca (55%) de diversa litología, el cuarzo (5%) es policristalino metamórfico (Fig. 23E). A continuación se describen los clastos fragmentos de roca:

Clastos de arenisca feldespática (Fig. 22A): Roca de tamaño de grano de 0,2 mm en promedio, escogimiento medio, buena esfericidad y redondeados. No se observa matriz y el tipo de cemento es de minerales de arcilla, y el tipo de contacto predominante es longitudinal

y concavo-convexo; está compuesto principalmente por cuarzo macrocristalino ígneo y metamórfico; los fragmentos se encuentran redondeados y poseen un tamaño promedio de 2 mm.

Clastos de lutita o lodolita (Fig. 22E): fragmento de roca compuesta en su mayoría por minerales de arcilla alineados con algunos granos de cuarzo redondeados de unos 0,05 mm de diámetro. En general estos fragmentos se encuentran alargados y su tamaño promedio es superior a los 5 mm.

Clastos de roca gabroide: fragmento de roca de tamaño promedio >5mm, los cuales pueden ser observados a simple vista en la sección. Se identificaron dos tipos de fragmentos que pueden ser denominados como roca gabroide y que debido al alto nivel de alteración que presentan sus minerales se les termina dando un nombre general. Uno de los clastos, el cual presenta mayor tamaño, está compuestos por albita euhedral, la cual se observa alterada a calcita y epidoto (Fig. 23C); también se observan cristales y vetas de cuarzo, lo que le da un cierto alineamiento a la roca (Fig. 23G). El fragmento más pequeño que el descrito anteriormente (Fig. 22C-G) presenta cristales ehedrales de plagioclasa alterados a calcita y epidoto (Fig. 22C-G) así como clorita como producto de alteración de otros minerales pero sin relictos; también se observan minerales opacos en algunas áreas del clasto.

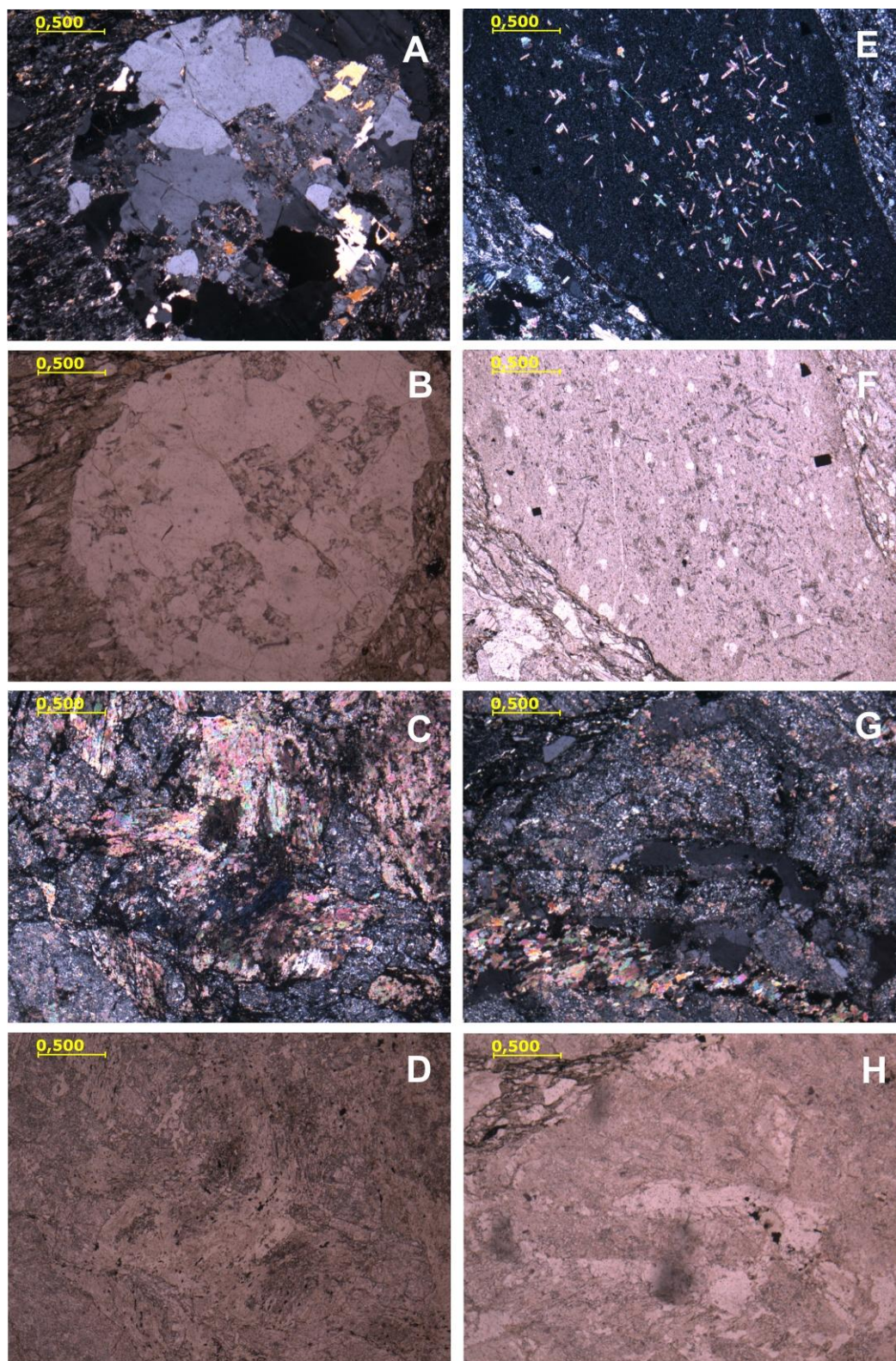


Fig. 22. Muestra La-205CR, Ortoconglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A y B) Fragmento de arenisca feldespática, NC y NP. C y D) Fragmento de roca gabroide, NC y NP. E y F) Fragmento de lodolita, NC y NP. H y G) Alteración de plagioclasa, NC y NP.

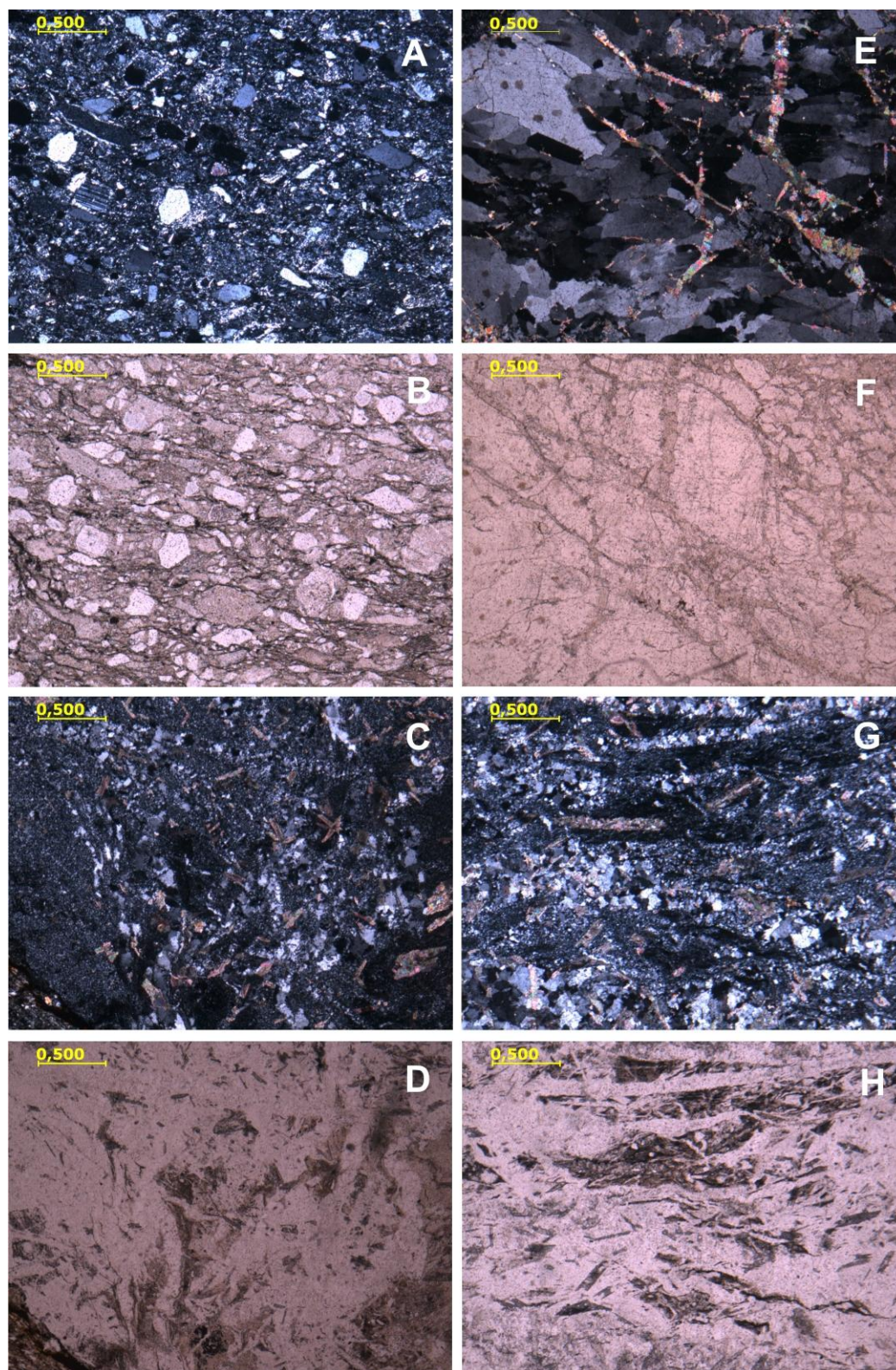


Fig. 23. Muestra La-205CR, Paraconglomerado polimíctico de la Formación Matatere. A y B) Vista general de la matriz, NC y NP. C y D) Cristales de calcita producto de la alteración de la plagioclasa, NC y NP. E y F) Fragmento de cuarzo policristalino, NC y NP. G y H) Vetas de cuarzo en roca gabroide, NC y NP.

Espesor

VON DE OSTEN & ZOZAYA (1957) estiman que el espesor de la Formación Matatere ronda entre los 2,5 y los 3 km, aunque no se conoce con exactitud debido a la falta de continuidad de marcadores horizontales y lo deformada y fracturada que está la secuencia.

Fósiles

Aunque sus lutitas son poco fosilíferas se lograron identificar *Cribrostomoides trinitatensis*, *Cyclammina elegans*, *Glomospira* sp. y *Haplophragweides excavata* de edad Paleoceno y en la región de El Tocuyo – Bobare se identificaron foraminíferos de edad Eoceno (VON DE OSTEN & ZOZAYA 1957).

Edad

De acuerdo a los fósiles reportados por VON DE OSTEN & ZOZAYA (1957), la Formación Matatere se estima que es de edad Paleoceno-Eoceno. Por su parte STEPHAN (1982) al dividir la Formación en 3 unidades informales (Matatere I, II y III) determina edades variables de Paleoceno, Eoceno Temprano y Eoceno Medio respectivamente. NOGUERA *et al.* (2008), determina la edad de la unidad informal Mtatere III mediante el estudio de cristales detríticos de zircón a través del método U-Pb, por donde el grano más joven es de $39,4 \pm 1,5$ Ma (Eoceno medio, Bartoniano) (URBANI 2009).

Paleoambiente

La Formación Matatere se depositó en un ambiente turbidítico (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1967).

3.2.1.3. Caliza fosilífera**Consideraciones históricas**

Es una unidad informal descrita por JAIMES (2011). La caracteriza como pequeños cuerpos de caliza fosilífera.

Extensión

Esta unidad aflora al norte de la serranía de Aroa, en el lecho de la quebrada Aguas Calientes, en el sector Las Lajas. En campo no se pudo determinar con exactitud la extensión de la misma, pero al analizar los cambios en la densidad de vegetación vistos en las fotografías aéreas e imágenes satelitales, se pudo determinar que aflora en un área aproximada de $1,5 \text{ km}^2$ (JAIMES 2011). En la zona donde aflora brota un pequeño manantial de aguas termales (Fig.

25).

Contactos

Se presenta discordante por debajo de la Formación Ojo de Agua.

Litología

JAIMES (2011) señala que esta unidad está conformada por calizas fosilíferas de color gris claro que meteoriza a gris verdoso de distintas tonalidades, con abundantes conchas. La roca está compuesta por una abundante fauna de foraminíferos, fragmentos de fósiles y fragmentos de roca embebidos en una matriz micrítica.



Fig. 24. Afloramiento de caliza fosilífera en la quebrada agua caliente. Tomado y modificado de JAIMES (2011)



Fig. 25. Brote de aguas termales en la quebrada Aguas Calientes, se observa la fractura en una capa de la caliza fosilífera por donde brota el agua y las algas filamentosas. Tomado y modificado de JAIMES (2011)

Fósiles

Entre los fósiles presentes se encuentran fragmentos de equinodermos, algas rojas, moluscos y foraminíferos grandes como el *Nummulites* sp.

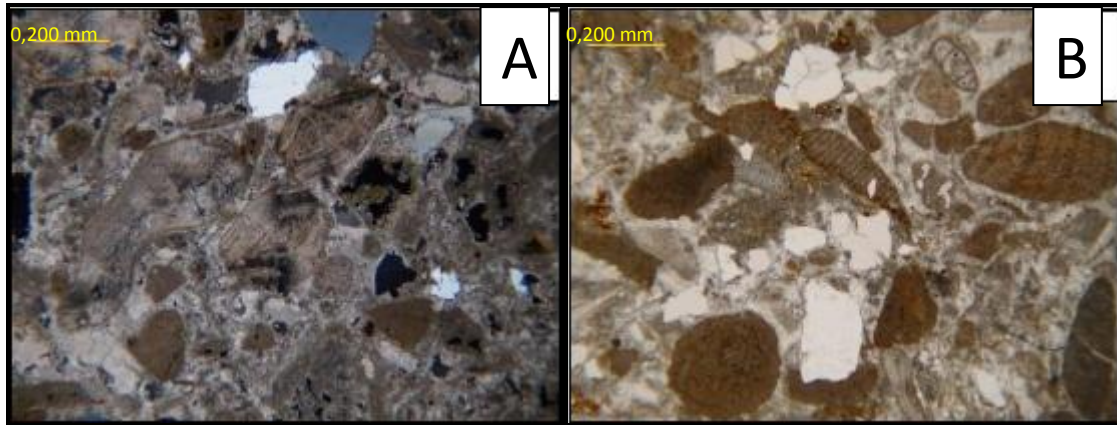


Fig. 26. Fotomicrografía de la caliza fosilífera: Nummulites Sp. NC. Fragmento de Alga NP. Tomado y modificado de JAIMES (2011)

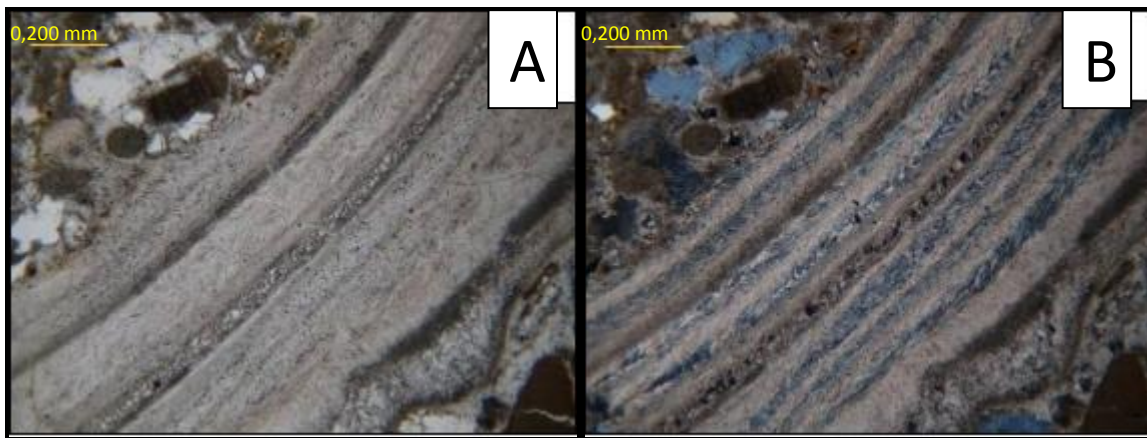


Fig. 27. Fotomicrografía de la caliza fosilífera: Fragmento de bivalvo con inversión homoaxial. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado de JAIMES (2011)

Edad

Le fue asignada una edad Eoceno por su contenido fósil (Max. Furrer, comunicación personal, en JAIMES 2011).

Paleoambiente

El ambiente para esta roca según los fósiles encontrados es de aguas someras muy oxigenadas y con muy poca influencia de sedimentos terrestres (JAIMES 2011).

3.2.1.4. Formación Casupal

Consideraciones históricas

El nombre Casupal fue publicado por LIDDLE (1946) para designar a una secuencia estratigráfica expuesta en el río Casupal, distrito Silva, estado Falcón, cerca de la población de Casupal, otros autores han utilizado el nombre de Formación Bachacal o “capas de Casupal” para designar esta Formación (RENZ 1956). MÉNDEZ (1967) basándose en la descripción de WHEELER (1960), recomendó el uso de Casupal en lugar de Bachacal, pese a la prioridad cronológica de este nombre. Este autor, además, proporcionó una sección de referencia para la unidad, en la quebrada La Pluma y en otras secciones adicionales (JAM 1997).

Localidad tipo

MÉNDEZ (1967) estableció como localidad tipo la sección que aflora en la quebrada La Pluma, entre los cerros Riecito al oeste y Misión al este, a unos 8 km al sur de la colonia agrícola de Araurima.

Extensión

Según JAM (1997) la Formación fue depositada en el margen surcentral y suroriental de la cuenca de Falcón y aflora en el cerro Riecito, en cerro Misión y en montañas de Agua Linda, entre los ríos Tocuyo y Aroa. En la zona de estudio esta formación aflora de oeste a este en el sector Caño Negro, en unos pequeños cerros al norte de este poblado y en los flancos al norte de los macizos de Yumare; abarca un 5% del área total de unidades que afloran en la zona (Fig. 28).

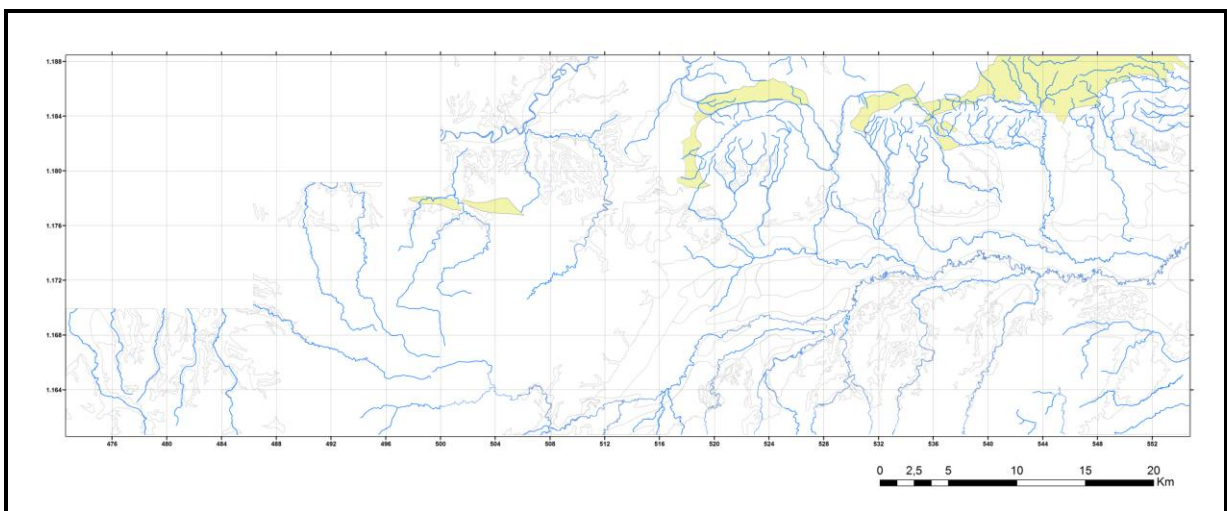


Fig. 28. Extensión de la Formación Casupal en la zona de estudio.

Contactos

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) señalan que en la zona de Riecito la formación infrayace con discordancia a la formación del mismo nombre, y en las montañas de Agua Linda, a la Formación Agua Linda.

En la zona de estudio la Formación Casupal yace discordante sobre la Formación Matatere, infrayacente, y presenta contacto discordante con la Formación Capadare, suprayacente; a su vez yace discordante sobre el Esquisto de Aroa y sobre el Complejo Yumare y en contacto de falla con el Complejo San Quintín. En el sector de Caño Negro se observan dos cuñas controladas por fallas de esta unidad en contacto con la Formación Cueparo y la Formación Capadare; sobre ella descansan unidades cuaternarias.

Litología

NATERA (1957) divide a la Formación Casupal en dos miembros los cuales “presentan suficiente similitud entre ellos como para constituir una sola Formación, y al mismo tiempo suficientes diferencias como para justificar la división”, los cuales llamó Casupal inferior y Casupal superior.

El miembro Casupal inferior consiste en capas de arenisca de color gris claro a gris oscuro, de grano fino a medio, carbonáticas, a veces ferruginosas, de bien a poco consolidadas con intervalos de lutita masiva de color gris oscuro a negro, bien consolidadas que grada a rocas carbonáticas convirtiéndose en lignitas impuras. También hay presencia de capas de caliza de color gris con fragmentos fósiles, intercaladas con capas de lutita, pero estas no son muy comunes.

El miembro Casupal superior está formada por diversos tipos de rocas dentro de una secuencia aleatoria, siendo comunes capas de conglomerado. La base este miembro consiste en arenisca sucia, de grano fino a grueso, localmente carbonática que está intercalada con lutita de color gris, carbonática, con jarosita; el contacto con el miembro inferior está marcado por el paso entre arenisca con abundante carbón a arenisca ausente de este material. La parte media de este miembro está caracterizada por arenisca con abundantes clastos de cuarzo y chert negro y con una matriz muy carbonática. El tope de la sección se caracteriza por capas de conglomerado cuyo componente principal son clastos de cuarzo de hasta 5 cm de diámetro,

presente en capas de hasta 20 m de espesor; el conglomerado se va haciendo menos consolidado hacia el tope de la sección.

MÉNDEZ (1967) menciona que en los alrededores de los cerros de San Quintín, Tarana y Salsipuedes se hayan guijarros redondeados y peñas de cuarzo, cuarcita, ftanita negra y caliza; guijarros y peñones redondeados de rocas metamórficas, calizas y rocas volcánicas del complejo San Quintín, expuestas en el cerro de ese nombre, todo en una matriz areno-arcillosa, a veces carbonácea.

En el trabajo de campo realizado en la quebrada El Aguacatico en el flanco norte del macizo La Zurda, se describieron afloramientos de esta unidad, los cuales estaban formados por conglomerados meteorizados con clastos de cuarzo subredondeados de 10 a 15 cm de diámetro, fragmentos de arenisca cuarzosa de grano fino a medio, subredondeados de unos 10 cm de diámetro, fragmentos fósiles de turritelas y bivalvos, distribuidos aleatoriamente en la capa, recristalizados, embebidos en una matriz carbonática de color gris claro, denominado como un ortoconglomerado polimíctico; conglomerado muy meteorizado con clastos varios de rocas metamórficas y fragmentos de cuarzo, de redondeados a subredondeados, de 2 a 15 cm de diámetro aproximadamente. La matriz es arenosa de grano muy fino.

A su vez se recolectaron clastos de afinidad metamórfica incluidos en el conglomerado (Fig.), los cuales presentaron distintas composiciones, por lo que se separaron en dos grupos: los que reaccionan al HCL y los que no.

Los reaccionantes al HCL están compuestos por caliza masiva y laminada de color fresco gris oscuro-azul y color meteorizado gris-gris claro, presentan cristales y vetas de calcita y algunos poseen fragmentos de conchas.

Los que no reaccionan al HCL son:

- Fragmentos de cuarzo redondeados y de buena esfericidad con color fresco blanco lechoso y color meteorizado gris oscuro.
- Fragmento de arenisca de grano grueso, en su mayoría de cuarzo, de color fresco marrón y CM marrón claro.
- Clasto de esquisto cuarzo-grafitoso-micáceo de textura lepidoblástica muy meteorizado, con patinas de óxido. color meteorizado naranja-gris claro.
- Fragmento de cuarzo masivo de color fresco gris claro con esfericidad media y subredondeado.



Fig. 29. Afloramientos de la Formación Casupal en la quebrada El Aguacatico. A) Punto Ya-200: capa de conglomerado con clastos de arenisca y cuarzo embebidos en matriz carbonática. B) Punto Ya-201: capa de conglomerado con clastos de redondeado a subredondeados compuestos principalmente por fragmentos de mármol, caliza y esquistos. C) Punto Ya-200: fragmentos de arenisca y fósiles embebidos en una matriz carbonática.

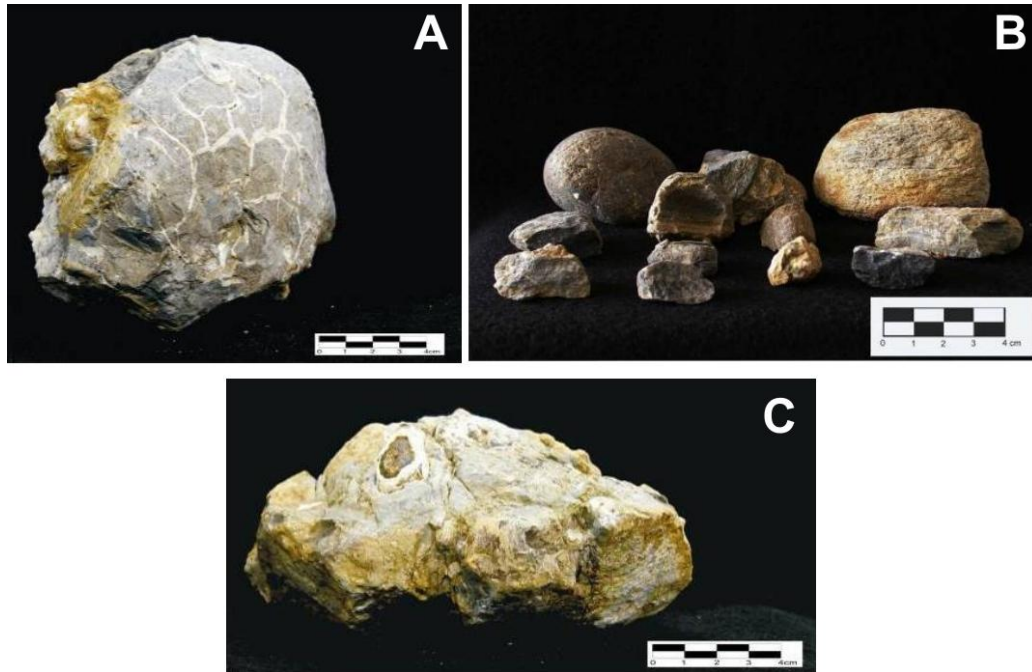


Fig. 30. Tipos de rocas de la Formación Casupal observadas en la quebrada El Aguacatico. A) Muestra Ya-200C, ortoconglomerado polimíctico. B) Muestra Ya-201B, clastos recolectados en el conglomerado de Casupal C) Muestra Ya-200A, ortoconglomerado polimíctico.

Espesor

NATERA (1957) indica que es muy difícil conocerlo con exactitud debido a que el miembro inferior es afectado por numerosas fallas, pero logró medir secciones parciales de 500 m, el miembro superior fue medido en las secciones aflorando en el río Mostrenco y la quebrada las Dos Bocas, dando un espesor de 1203 m; MÉNDEZ (1967) señala un espesor de 1.700 m en la quebrada La Pluma, 2.100 m en el río Los Cumarebos y 3.500 m en el río Corépano.

Fósiles

JAM (1997) indica la presencia de gasterópodos: *Ampullinopsis spenceri*, *Sinum multilineatum*, *Turritella andreas* y *T. filacarmenensis*. *Kaaschieter* y de foraminíferos: *Ammonia becarii*, *Ammotium* sp., *Trochammina* sp. y *Miliammina* sp.

Edad

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) señalan que según la evidencia paleontológica y palinológica se puede atribuir a la Formación Casupal una edad Oligoceno-Mioceno inferior, quizás extensiva al Mioceno medio.

Paleoambiente

Las rocas de la Formación representan una facies de sedimentación piemontina-costera con influencia marina litoral restringida (GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* 1980).

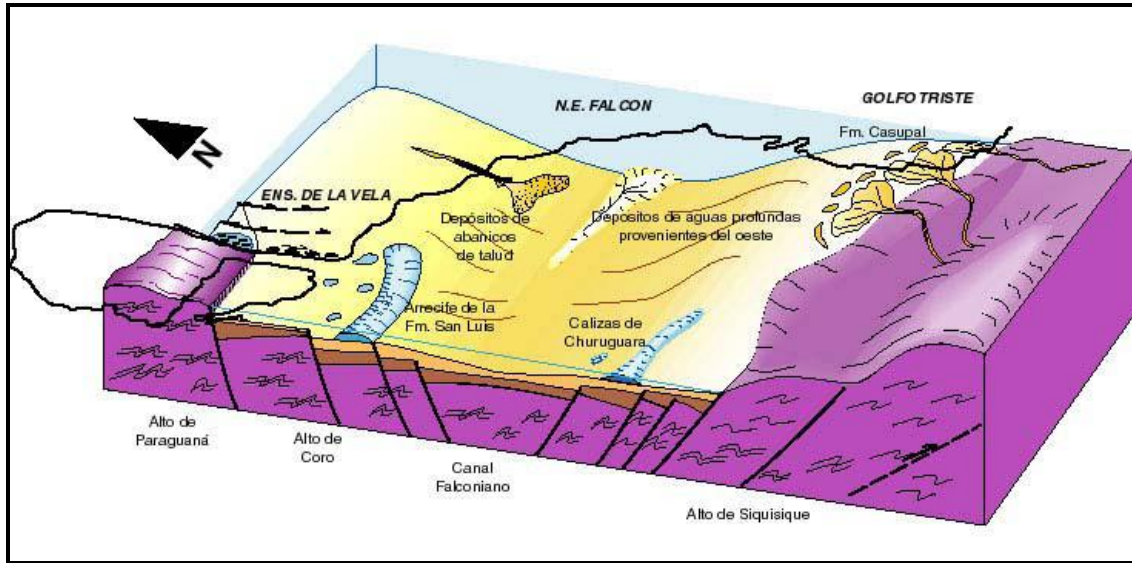


Fig. 31. Forma de depositación, en abanicos, de la Formación Casupal. Tomado de VIPA (2004).

3.2.1.5. Formación Capadare

Consideraciones históricas

WIEDENMAYER (1924) fue el que utilizó por primera vez el nombre “Serie de Capadare” para designar a una secuencia de unidades litoestratigráficas de edad Mioceno-Plioceno de Falcón oriental; muchas de estas unidades fueron correlacionadas de manera errónea y hoy en día se conocen con diversos nombres. Es LIDDLE (1928) quien le da el nombre de Caliza de Capadare, sin embargo diversos autores prefieren llamarla Formación Capadare. Según BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) por sus características litológicas cartografiables se justifica emplear el término de Formación Capadare para designar esta secuencia de calizas arrecifales, margas y lutitas expuestas en Falcón sureste y surcentral. En vista del uso continuado del rango formacional, de la importancia económica de la unidad, de su carácter litológico y geomorfológico fácilmente cartografiable, se reconoce el rango de Formación Capadare.

Localidad tipo

La localidad tipo se encuentra en el cerro Capadare, distrito Acosta del estado Falcón, aunque se han mencionado secciones de referencia como los cerros Mirimire, Chichiriviche, Jacura y Guaidima de los distritos Jacura y Acosta del estado Falcón (SCHERER 1997b).

Extensión

Según SCHERER (1997a) la Formación Capadare aflora como bancos carbonáticos y complejos arrecifales separados en los distritos Acosta y Silva del estado Falcón. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) consideran que la unidad se encuentra bien expuesta en los valles del Tocuyo, Aroa y Casupal. En la sección de estudio esta Formación aflora ampliamente de oeste a este desde el poblado de Las Guabinas al sur del Río Tocuyo hasta la quebrada Poporo al norte de Palmasola, y en el flanco este del valle del Río Aroa; abarca aproximadamente un 15% del área total de unidades que afloran en la zona (Fig. 32).

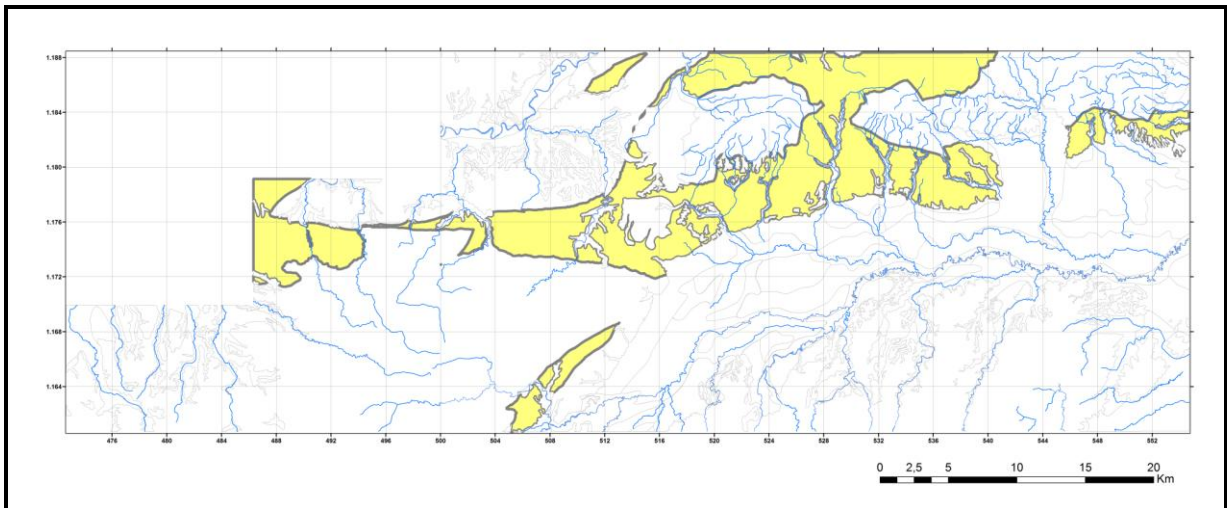


Fig. 32. Extensión de la Formación Capadare en la zona de estudio.

Contactos

La relación estratigráfica de la Formación Capadare ha sido un tema de discusión. El contacto inferior es discordante con las formaciones Casupal y Agua Linda (MÉNDEZ 1967) y con las rocas metamórficas en el valle del río Aroa (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1967). DÍAZ DE GAMERO (1985) reporta contacto transicional de lutitas de moderadamente a muy carbonática y calizas en varias localidades al este del río Hueque. La mayoría de los cuerpos carbonáticos que conforman la Formación Capadare en la zona de estudio se encuentra cubierta discordantemente por las Formaciones Ojo de Agua y Casupal y el Complejo Yumare, y en contacto concordante con la Formación Cueparo descrita por NATERA (1957). Presenta contacto de falla con el Complejo San Quintín en los macizos de Yumare, estado Yaracuy, así como también con la Formación Matatere y con el Esquisto de Mamey, con el que presenta un contacto discordante al sur del poblado Las Guabinas.

En campo se pudo observar bloques sueltos de la Formación Capadare a lo largo de la quebrada las Guabinas en donde aflora el Esquisto de Mamey y la quebrada Charo Grande donde aflora el Esquisto de Aroa, donde la Formación Capadare aflora en las laderas altas de ambos flancos de las quebradas, mientras que en el cauce entallado afloran las unidades metamórficas.

Litología

NATERA (1957) señala que la Formación Capadare en su localidad tipo es descrita como una caliza masiva, pero en la región de Bajo Tocuyo la describe como caliza limpia de masiva a capas delgadas, ricas localmente de megafósiles, algas y conchas de bivalvos, sobretodo en la quebrada Guaca, en ciertas localidades abarcan cerca de un 100% del volumen de la Formación.. Capas de lutitas intercaladas de color gris a gris verdoso, carbonáticas y localmente fosilíferas.

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) señalan que la unidad consiste en capas de caliza margosa de color crema, en la mayoría de los casos coquinoideas, con espesor de hasta 25 m; lutita carbonática también de color crema, arenácea o limosa en algunos casos y rica en contenido faunal, y escasos lentes de arenisca carbonática de grano fino. En algunas localidades la unidad está constituida por un 90% de caliza y en otras puede contener hasta 50% de lutita y marga.

Espesor

El espesor varía dependiendo del sector donde se se ha medido, NATERA (1957) estima 149 m en la quebrada Pozo Azul de Falcón oriental, DÍAZ DE GAMERO (1985) reporta espesores variables de 150 a 300 m en su localidad tipo, LORENTE (1978) indica un espesor de 190 m para el estratotipo. Se ha medido un espesor de 144 m en el cerro Chichiriviche (LAMUS *et al.* 1989). Más hacia el oeste en los cerros Agua Linda, Riecito y Misión se reportan 135 m (SENN 1935).

Fósiles

SENN (1935) reporta el foraminífero béntico *Amphistegina* sp. así como ejemplares de *Sorites* sp, *Bolivina* sp., moluscos mal preservados, equinodermos *Clyeaster* y *Scutellidae*, fragmentos de algas y bivalvos. WHEELER (1958) reporta la presencia de *Miogypsina*.

Edad

En cuanto a su edad ha existido controversia por los fósiles que contiene, la presencia de *Miogypsina* indica una edad de Mioceno temprano, sin embargo, DROOGER (1956) cree que el rango de la *Miogypsina* puede abarcar hasta el Mioceno medio; RENZ (1948) correlaciona la unidad con el Miembro Huso de la Formación Pozón del Grupo Agua Salada, situada en zona de *Robulus senni* de Mioceno medio, asimismo DÍAZ DE GAMERO (1985) le asigna una edad que va de la zona de *Globorotalia fohsi* a *Globorotalia menardii* del Mioceno medio.

Paleoambiente

DÍAZ DE GAMERO (1985) en un estudio detallado de la secuencia estratigráfica en los tres cerros al este del río Hueque (Capadare, Mirimire y Jacura) deduce que las calizas son el resultado de desarrollos carbonáticos aislados, sin influencia costera o continental alguna, de aguas claras, energía moderada, bien oxigenadas y en un clima tropical.

NATERA (1957) menciona que esta formación representa el periodo máximo de transgresión del Mioceno en los valles de Tocuyo-Aroa.

3.2.2.5. Formación Cueparo

Esta Formación no está incluida en el *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997), ya que nunca fue publicada formalmente.

Consideraciones históricas

El nombre de esta formación fue utilizado en diversos reportes de las industrias petroleras, los cuales indican que la Formación consiste en las rocas que se encuentran por encima de la Formación Capadare en el área de Riecito (NATERA 1957).

Localidad tipo

NATERA (1957) señala que su localidad tipo es la zona de Cueparo ubicada al este de la estructura de Riecito, además indica que las áreas de afloramiento se encuentran muchas veces cubiertas por aluvión, pero al oeste de Puente Limón se encuentran buenos afloramientos.

Extensión

En la zona de estudio esta formación se extiende de oeste a este en el flanco sur del Río Tocuyo, desde el poblado de Las Guabinas hasta Cararapa, y abarca aproximadamente un 5% del área total de unidades que afloran en la zona (Fig. 33).

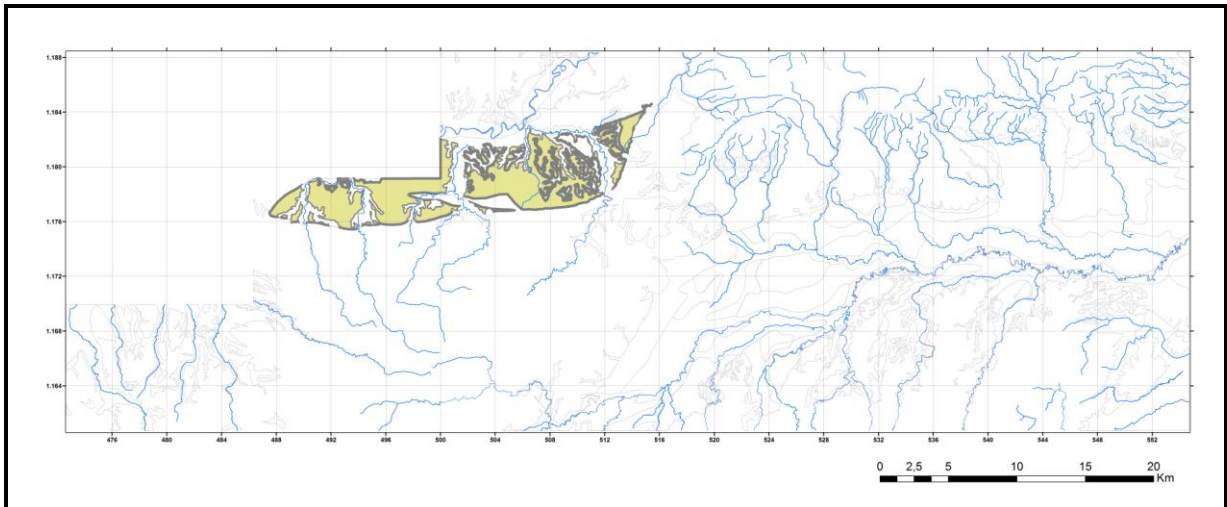


Fig. 33. Extensión de la Formación Cueparo en la zona de estudio.

Contactos

En el área de estudio descansa concordantemente sobre la Formación Capadare y su contacto superior es discordante con la Formación Ojo de Agua.

Litología

Según NATERA (1957) la unidad está compuesta por lutita masiva de color gris verdoso a gris azulado, con microfósiles y macrofósiles bien preservados y de una abundancia inusual, estas capas de lutita son muy parecidas a las de la Formación Ojo de Agua, y en afloramientos aislados son muy difíciles de diferenciar; caliza arenosa fosilífera de color amarillo a marrón; arenisca de capas delgadas a masiva, de bien a poco consolidada, de grano fino a grueso y algunas veces presenta concreciones y bancos de ostras de gran espesor y lentes finos de coquina.

Espesor

No se conoce con exactitud el espesor de la Formación, pero según datos del pozo Silva de la Creole Petroleum Company, ronda por los 443 m (NATERA 1957).

Edad

Según NATERA (1957) la edad de la Formación Cueparo es altamente discutida debido a la variedad de fósiles incluidos y al gran rango de tiempo que estos representan, se asume que es de edad Mioceno medio a Mioceno tardío

Paleoambiente

Se considera que la Formación se depositó en un ambiente marino somero, nerítico (NATERA 1957).

3.2.2.6. Formación Ojo de Agua

Consideraciones históricas

Esta Formación recibe su nombre por KUGLER & VODERSCHMITT (1925), refiriéndose a las rocas que estratigráficamente se encuentran por encima del Grupo Agua Salada en las localidades de El Mene de Acosta y Pozón.

Localidad tipo

La localidad tipo se encuentra en el cerro Ojo de Agua, distrito Acosta, estado Falcón, y los afloramientos están distribuidos en los valles de los ríos Tocuyo y Aroa (LORENTE 1997).

Extensión

De acuerdo a LORENTE (1997) la Formación aflora solamente en el área de Pozón, distrito Acosta, en el estado Falcón. En la zona de estudio esta Formación se extiende de oeste a este a ambos lados del valle del río Aroa y al norte del poblado de Socremo a ambos lados del río Tocuyo, y abarca un 6% del área total de unidades que afloran en la zona (Fig. 34).

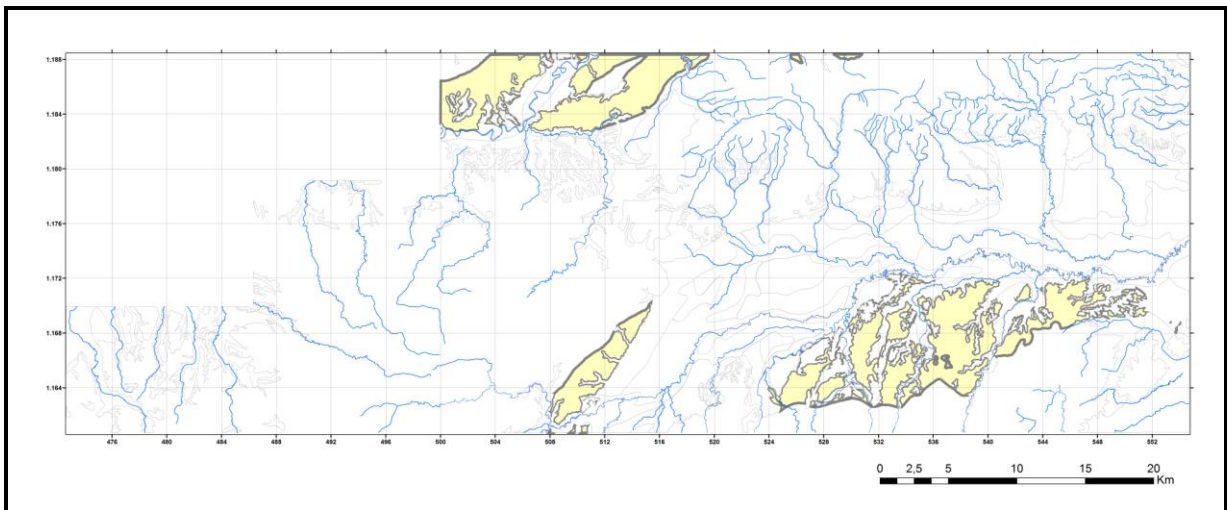


Fig. 34. Extensión de la Formación Ojo de Agua en la zona de estudio.

Contactos

La Formación descansa concordantemente sobre el Grupo Agua Salada (NATERA 1957). Hacia el este del anticlinal del Pozón-El Mene de Acosta, la Formación Ojo de Agua se interdigita con el Miembro El Huso (Formación El Pozón), hasta que este último la reemplaza

totalmente, mientras que en el oeste ocurre lo contrario, el Miembro El Huso es reemplazado por la Formación Ojo de Agua (RENZ 1948). En la zona de estudio la Formación Ojo de Agua se encuentra en contacto discordante con la Formación Cueparo y Capadare, infrayacentes, contacto de falla con el Complejo Nirgua y en contacto discordante con la Formación Guaidima suprayacente.

Litología

La litología consiste en capas de arenisca masiva de color gris oscuro, de pobre a bien cementada, de grano fino a grueso, micácea, yesífera y algo carbonática que se encuentran intercaladas con capas de lutita masiva yesífera de color gris a gris azulado. Indica que además se pueden encontrar capas de bancos de ostras de 1,5 m de espesor y caliza impura en la Formación. El ambiente de depositación es marino somero, cercano a la costa (NATERA, 1957).

Espesor

Se estima que su espesor ronda por los 200 m (LORENTE 1997).

Fósiles

RENZ (1948) reporta la presencia de semillas de *Chara*, el foraminífero *Ammonia beccarii* y diversos ostreidos.

Edad

De acuerdo a los fósiles encontrados, se le asigna una edad de Mioceno tardío, Se cree que la Formación Ojo de Agua es correlacionable con la Formación Caujarao de Falcón central (RENZ 1948).

3.2.1.7. Formación Guaidima

Consideraciones históricas

Formación propuesta por NATERA (1957) pero por no publicarse, no está incluida en el *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997). Formación Guaidima es el nombre con que se le conoce a las rocas aflorando en el sinclinal de Guaidima, al suroeste del anticlinal de Riecito.

Localidad tipo

Sinclinal de Guaidima al suroeste del poblado de Riecito, estado Falcón.

Extensión

NATERA (1957) reporta que esta Formación está restringida en los valles de Guaidima y Cubecito y a una pequeña zona en el borde norte del valle de Ureña, al este de la carretera hacia Churuguara. En la zona de estudio esta Formación se ubica en el flanco norte del Río Tocuyo y representa un 1% del área total de unidades que afloran en la zona (Fig. 35).

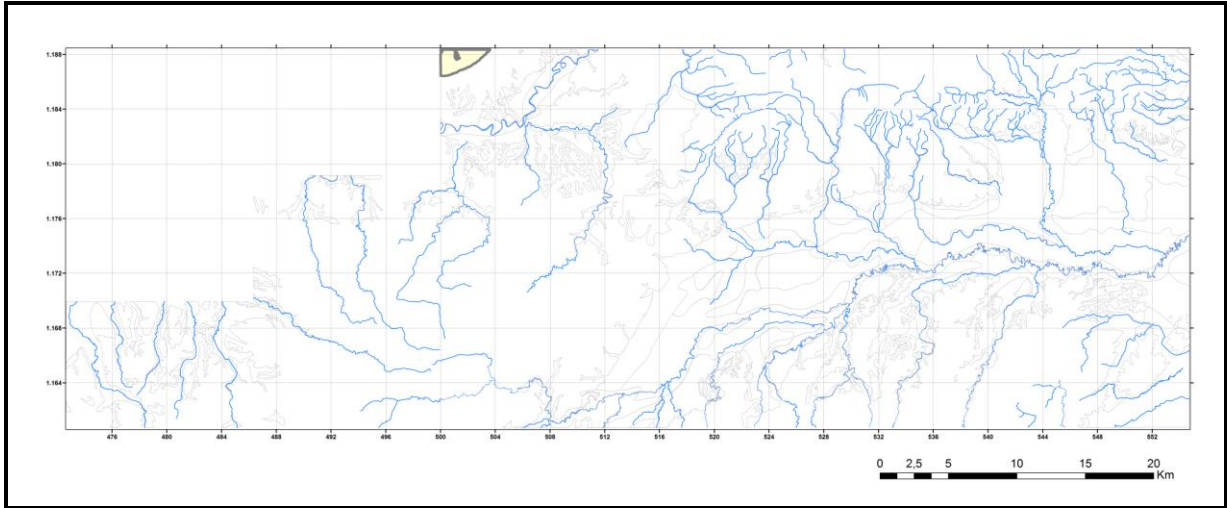


Fig. 35. Extensión de la Formación Guaidima en la zona de estudio.

Contactos

En la localidad de estudio la Formación Guaidima descansa discordantemente sobre la Formación Ojo de Agua y solamente es cubierta por sedimentos cuaternarios sin consolidar.

Litología

La Formación Guaidima está compuesta por capas de conglomerado, arenisca y lutita, siendo predominantes las rocas conglomeráticas. La estratificación masiva y la poca exposición son características de esta Formación.

El conglomerado contiene fragmentos muy angulares de rocas cretácicas y de edades más jóvenes y tiene un aspecto de depósitos modernos de ríos, sin embargo se encuentra muy bien cementado por una matriz arenosa carbonática. En algunas áreas, como en los valles de Tapatapa y Guaidima, los clastos redondeados de cuarzo son el constituyente principal de la roca.

Espesor

El espesor no se conoce con exactitud, NATERA (1957) estima que máximo posee unos 200 m.

Edad

Según NATERA (1957) la edad exacta se desconoce debido a la ausencia de fósiles, no obstante, por su relación estratigráfica se cree que es de edad Plioceno.

Paleoambiente

NATERA (1957) propone que las capas de conglomerado indican un ambiente de depositación continental.

3.2.2.8. Unidades cuaternarias

Estas unidades representan los sedimentos, aún no consolidados, que se encuentran distribuidas por toda el área de estudio, principalmente en el valle del río Aroa y los drenajes principales (Fig. 36). Representan un 35% del área total de estudio.

Todas las unidades cuaternarias presentes en la zona de estudio fueron subdivididas, tomando como base el mapa geomorfológico base de la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (COPLANARH 1974), el cual sintetiza en un sistema de clasificación tanto la morfología de la unidad cuaternaria como el medio depositacional. En la Tabla 3 se pueden observar las formas de depósitos cuaternaria propuestas por dichos autores que se pueden encontrar en la zona de estudio.

Estas unidades están compuestas por sedimentos de granulometría media a gruesa, predominando el tamaño de arena media, pero inclusive pueden contener algunos guijarros y bloques. Por su naturaleza estos sedimentos se encuentran en contacto estratigráfico discordante con las demás unidades.

Tabla 3. Unidades cuaternarias aflorantes en la zona de estudio. Clasificación de COPLANARH (1974).

Edad	Nomenclatura	Descripción
Holoceno	Q0A5	Glacis de explayamiento
	Q0bA5	Glacis de explayamiento
	Q0A6	Glacis coluvial
	Q0B9	Valle coluvio-aluvial
	Q0C12	Lecho mayor
Pleistoceno Superior	Q1A5	Glacis de explayamiento
	Q1A9	Complejo coluvio-aluvial de piedemonte
	Q1B10	Terraza aluvial
	Q1C	Planicie de desborde
	Q1C21	Napa de desbordamiento
	Q1C22	Cubeta de desbordamiento
	Q1C21,22	Napa/Cubeta de desbordamiento
	Q1D	Planicie de explayamiento
Pleistoceno Inferior	Q2A3	Abanico de explayamiento
	Q2B10	Terraza aluvial
	Q2D	Planicie de explayamiento

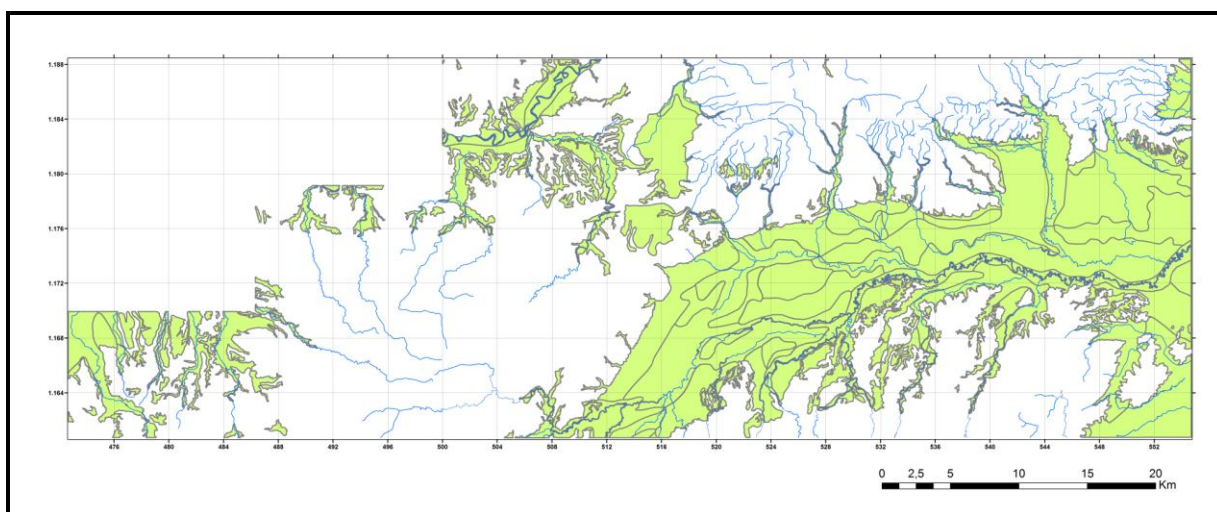


Fig. 36. Extensión de las Unidades cuaternarias en la zona de estudio.

3.2.2. Unidades metamórficas

3.2.2.1. Complejo San Julián

Consideraciones históricas

A partir de un trabajo detallado en el macizo de El Ávila por OSTOS (1981), éste autor pudo cartografiar al augengneis como una unidad separada a los demás tipos de rocas, que autores anteriores habían adicionalmente incluido dentro de Peña de Mora. Lo mismo ocurrió con los trabajos de la zona de La Sabana - Cabo Codera, Mamo - Puerto Cruz, Puerto Cabello - Valencia (recopilados en URBANI *et al.* 1989a, 1989b) donde igualmente se pudo cartografiar separadamente las zonas de augengneis de los demás tipos de rocas. Por consiguiente URBANI & OSTOS (1989), proponen volver al nombre original de Augengneis de Peña de Mora para referirse únicamente a los cuerpos dispersos de augengneis y gneis de grano grueso, mientras que proponen el nombre de Esquisto de San Julián para incluir las litologías esquistas y gnéisicas que los circundan, ambas unidades agrupadas bajo el Complejo Ávila. URBANI & OSTOS (1989) presentan mapas geológicos desde Puerto Cruz, estado Vargas, hasta Cabo Codera, Miranda, donde se muestra la extensión y continuidad de esta unidad.

Localidad tipo

Quebrada de San Julián, que nace en la Silla de Caracas y desemboca en el mar Caribe en Caraballeda. URBANI & OSTOS (1989) proponen adicionalmente secciones de referencia en el río Chuspa, al sur del pueblo de Guayabal, estado Miranda; carretera Chichiriviche - Colonia Tovar en el tramo de Paso Palomas - Naranjal, estado Vargas, así como en la quebrada Vallecito, Guaremal, estado Carabobo (URBANI 2000).

Extensión

Desde la localidad tipo el noroeste de Caracas, se ha extendido hacia el oeste hasta la zona de El Cambur en el estado Carabobo, y hacia el este hasta Cabo Codera en el estado Miranda (URBANI 2000) y con este trabajo hasta la serranía de Agua Fría. Según URBANI (2008) las rocas metasedimentarias predominan en los estados Aragua a Yaracuy, mientras que las metaígneas lo hacen en el macizo de El Ávila hasta Cabo Codera, indicando que muestra distintos niveles de exhumación, siendo mayor en el bloque Naiguatá donde aparecen predominantemente rocas metaígneas félsicas en su mayoría sódicas (tonalita), que incluyen migmatitas. Este es un bloque de relevo transpresivo entre las fallas dextrales de San Sebastián

y El Ávila. En la zona de estudio va desde las margenes el río Crucito hasta la zona sur del poblado Palmasola; abarca un 5% del área total (Fig. 37).

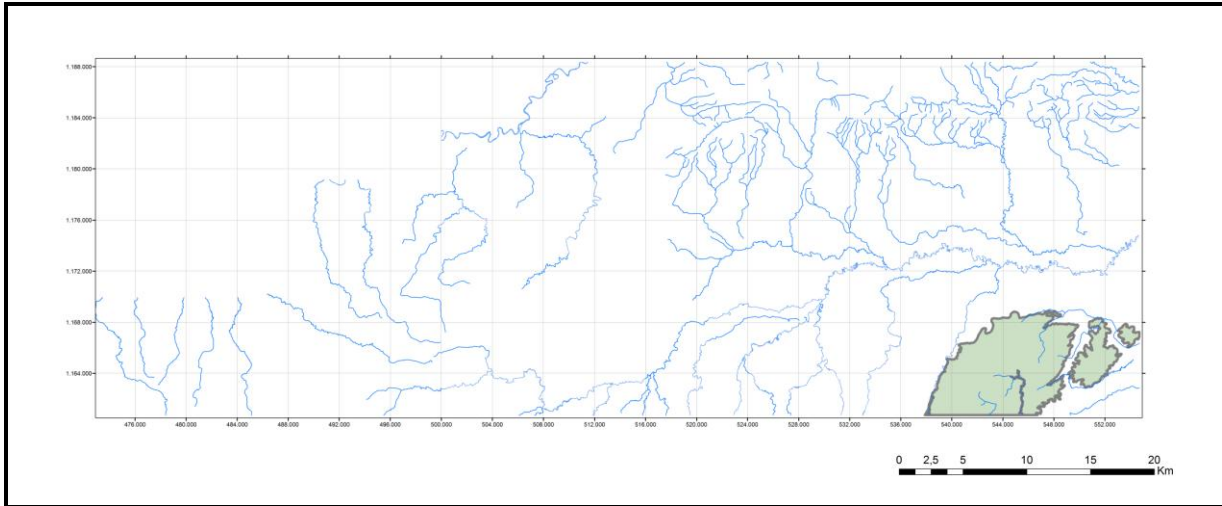


Fig. 37. Extensión del Complejo San Julián en la zona de estudio.

Contactos

URBANI (1997) señala que en muchos casos los contactos son de fallas de ángulo alto con unidades adyacentes. El contacto con el Augengneis de Peña de Mora, cuando es visible se muestra abrupto y en concordancia estructural, pero en otras ocasiones son gradacionales con intercalaciones de ambos tipos de litologías. Los contactos con las rocas de los terrenos Tacagua y Nirgua son predominantemente de fallas de corrimiento y de ángulo alto (URBANI & OSTOS 1989). El esquisto es de color gris a gris oscuro con tonalidades verdes, meteoriza a tonos pardos, usualmente se presenta muy bien foliado. A escala centimétrica o plurimétrica pueden encontrarse niveles alternos de esquisto y/o gneis con proporciones variables de los minerales esenciales y accesorios, adquiriendo características diferentes en cuanto a color y desarrollo de foliación. El gneis siempre tiene colores más claros que los esquistos, ya que su textura se debe fundamentalmente a la mayor proporción de feldespatos y menor de filosilicatos. Una característica resaltante de ciertos sectores donde aflora el esquisto cuarzo-plagioclásico-micáceo, es que la plagioclasa (albita-oligoclasa) se desarrolla marcadamente porfidoblástica, y cuando su concentración es alta puede enmascarar a la foliación, impartándole a la roca un aspecto moteado. Buenos ejemplos de esto pueden verse en la cuenca del río Chichiriviche, Vargas, y en la quebrada Vallecito, Carabobo.

Litología

Las rocas preponderantes son el esquisto y gneis cuarzo-plagioclásico-micáceo, frecuentemente se nota una rápida gradación desde una textura esquistosa haciéndose la granulometría más gruesa hasta que pasa a rocas de carácter gnéisico (URBANI Y OSTOS, 1989). Las litologías minoritarias (menos del 5%) son mármol, cuarcita y diversos tipos de rocas metaígneas mayoritariamente máficas (como anfibolita, gabro, diorita, tonalita y granodiorita).

JAIMES (2011) realizó un trabajo en la zona de Crucito, Albarico y Carabobo en la cual recolecta 26 muestras de esta unidad y realiza un detallado análisis petrográfico. De las muestras tomadas determinó 10 tipos litológicos (Tabla 4).

Tabla 4. Tipos litológicos en el Complejo San Julián en la zona Crucito-Albarico-Carabobo.

Tipo litológico	Muestras	Muestras con análisis petrográfico
• Esquisto cuarzo micáceo feldespático	Ya-233	Ya-233
• Gneis porfidoblástico	Ya-234, Ya-241, Ya-253	Ya-234, Ya-253
• Esquisto cuarzo biotítico	Ya-257	No tiene
• Gneis porfidoblástico feldespático cuarzoso micáceo	Ya-235, Ya-236, Ya-237, Ya-240, Ya-245, Ya-246, Ya-248, Ya-251	Ya-235, Ya-240, Ya-245, Ya-246, Ya-248, Ya-251
• Gneis granítico metagranítico	Ya-238, Ya-254	Ya-238
• Filita micácea	Ya-242, Ya-243, Ya-244	Ya-242, Ya-243, Ya-244
• Gneis y augengneis feldespático	Ya-249, Ya-250, Ya-252	Ya-249, Ya-250
• Gneis porfidoblástico leucocrático	Ya-247	Ya-247
• Anfibolita y esquisto anfibolítico	Ya-256, Ya-259	No posee
• Augenesquisto feldespático cuarzo micáceo. Roca milonítica	Ya-255	Ya-255
• Roca granoblástica	Ya-239	Ya-239

• Esquisto cuarzo micáceo feldespático

Roca inequigranular, de foliación lepidoblástica marcada, compuesta por grandes porfidoblastos de feldespato y cúmulos de cuarzo, en una matriz bandeada de cuarzo policristalino y micas (Fig. 38). En la matriz se observa bandas de cuarzo microcristalino y policristalino lo que sugiere una posible textura milonítica. El granate está muy alterado, pasando a biotita y clorita. La mineralogía está resumida en la tabla 5 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 6.

Tabla 5. Composición mineralógica del esquisto cuarzo feldespático micáceo. Tomado y modificado JAIME (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Qtz</i>	<i>Pl</i>	<i>Ms</i>	<i>Kfs</i>	<i>Bt</i>	<i>Chl</i>	<i>Ep</i>	<i>Grt</i>	<i>*Opacos</i>	<i>Ttn</i>	<i>Zrn</i>	<i>Ap</i>
Ya-233	35	32	20	3	5	2	3	0	<1	<1	<1	<1

*magnetita, hematita

Tabla 6. Nombre de las muestras del esquisto leucocrático. Tomado y modificado JAIME (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Nombre Protolítico</i>
Ya-233	Esquisto cuarzo feldespático micáceo	Meta arcosa

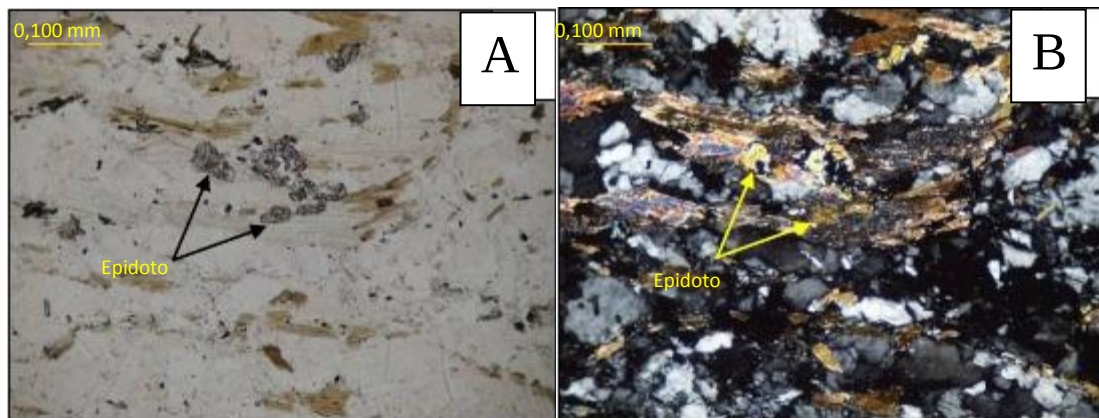


Fig. 38. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-233: Textura de la roca: Cristales fracturados de epidoto en moscovita. (A) NP (B) NC. Tomado y modificado JAIME (2011).

• Gneis porfidoblástico

Rocas levemente foliadas compuestas por porfidoblastos de feldespato envueltos en una matriz de cuarzo policristalino, feldespato y micas (Fig. 40). Los porfidoblastos, en su mayoría

plagioclasas y en menor proporción feldespato alcalino, son pseudo-rectangulares y miden entre 2 mm y 8 mm. Están medianamente sericitizados y muchos son atravesados por trenes de cuarzo (Fig. 40). Algunos cristales de plagioclasa exhiben una zonación reliquia y sobrecrecimiento anular. Se observan abundantes texturas perítica, mirmequítica

y poiquilítica. Las micas forman bandas orientadas definiendo una foliación lepidoblástica incipiente. La biotita es la mica más abundante y está alterando a clorita y estilpnomelano. Asociados a esta se observa magnetita, sillimanita, epidoto, circón, allanita y rutilo (Fig. 39). El cuarzo policristalino forma cúmulos de cristales suturados que generan porfidoblastos envueltos completamente por micas lo que genera una textura augen (Fig. 41). Hay granates subhedrales alterando a biotita y clorita. En la muestra Ya-234 es apreciable una textura cataclástica leve y una foliación más marcadas. La mineralogía está resumida en la tabla 7 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 8.

Tabla 7. Composición mineralógica de la gneis porfidoblástico melanocrático. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Pl</i>	<i>Qtz</i>	<i>Kfs</i>	<i>Bt</i>	<i>Stp</i>	<i>Chl</i>	<i>Ms</i>	<i>Grt</i>	<i>Ep</i>	<i>Opacos*</i>	<i>Ttn</i>	<i>Sil</i>	<i>Zrn</i>	<i>Ap</i>	<i>Aln</i>	<i>Rt</i>
Ya-253	34	25	25	5	10	1	<1	0	<1	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ya-234	50	25	5	12	3	<1	3	2	0	<1	<1	0	<1	<1	<1	0

*magnetita, hematita, ilmenita

Tabla 8. Nombre de las muestras del gneis porfidoblástico. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Nombre protolítico</i>
Ya-253	Meta pórfido de monzogranito	Metapórfido de monzogranito
Ya-234	Gneis porfidoblástico feldespático-cuarzo-micáceo	Metapórfido de monzogranito

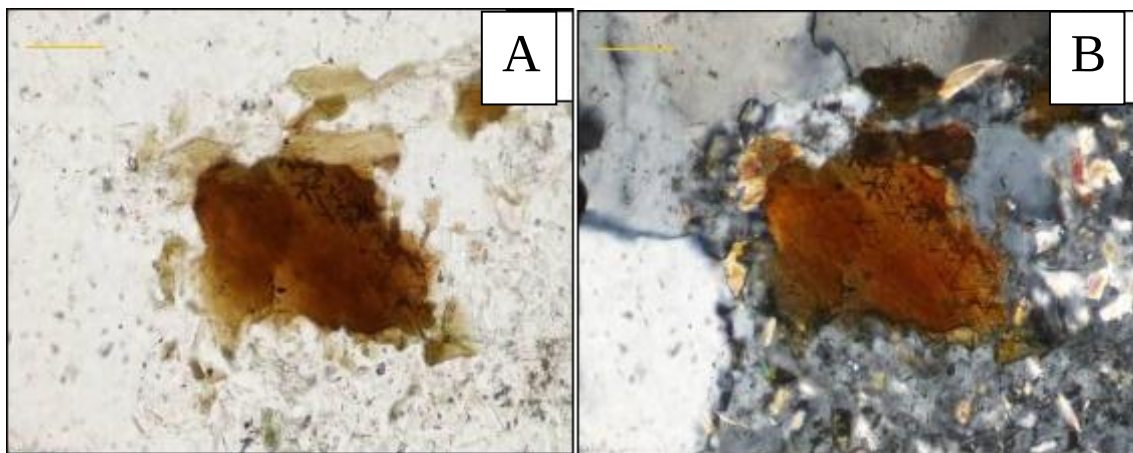


Fig. 39. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-253: Rutilo sagenítico en estilpnomelano. (A) NP (B) NC. Tomado y Modificado JAIMES (2011).

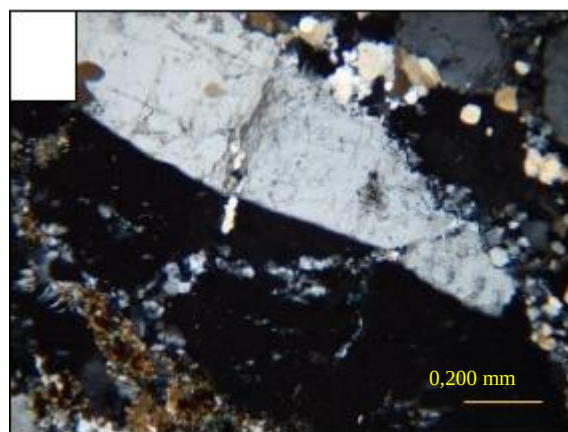


Fig. 40. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-253: Porfidoblasto de feldespato alcalino atravesado por trenes de cuarzo. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

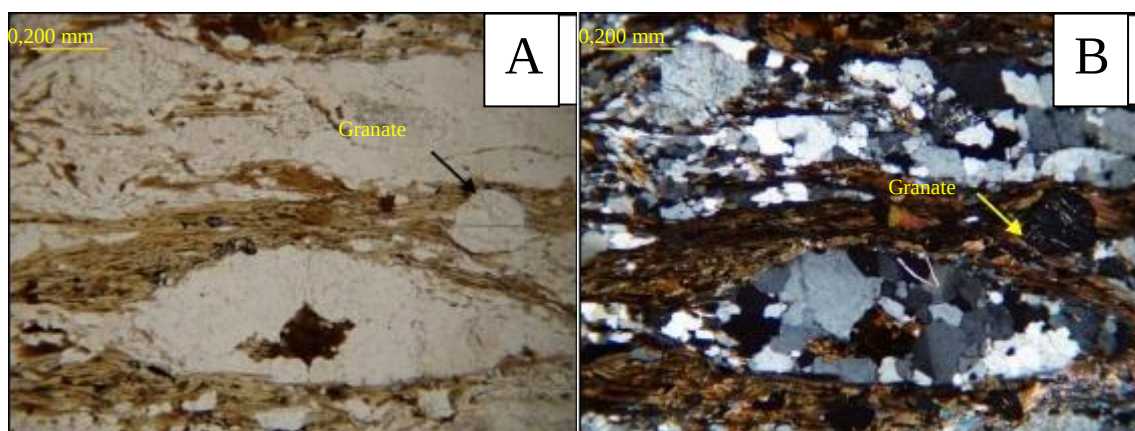


Fig. 41. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-234: Vista general de la sección. Fenocrystal formado por un cúmulo de cuarzo policristalino y granate envuelto por micas. (A) NP (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

• Esquisto cuarzo biotítico

Roca inequigranular, medianamente foliada, formada por bandas de cuarzo policristalino alternando con bandas de micas, cuarzo microcristalino, feldespatos y opacos (Fig. 42). Dentro de las bandas de cuarzo policristalino se pueden observar cristales de feldespato que son envueltos cuarzo microcristalino sin llegar a formar una textura augengnéisica (Fig. 43). Se observan cristales subredondeados de plagioclasa maclada con pequeñas inclusiones. La mineralogía está resumida en la tabla 9 y el nombre petrográfico en la tabla 10.

Tabla 9. Composición mineralógica del esquisto cuarzo biotítico. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Qtz</i>	<i>Bt</i>	<i>Ms</i>	<i>Mag</i>	<i>Pl</i>	<i>Ap</i>
Ya-256	70	15	5	5	5	<1

Tabla 10. Nombre de las muestras del esquisto cuarzo micáceo. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Nombre Protolítico</i>
Ya-256	Esquisto cuarzo biotítico	Meta grauvaca

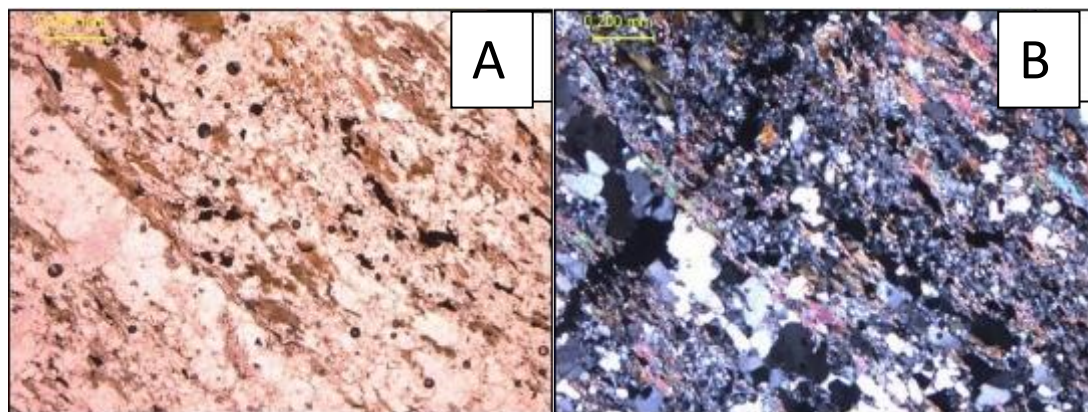


Fig. 42. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-257: Vista general de la sección. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

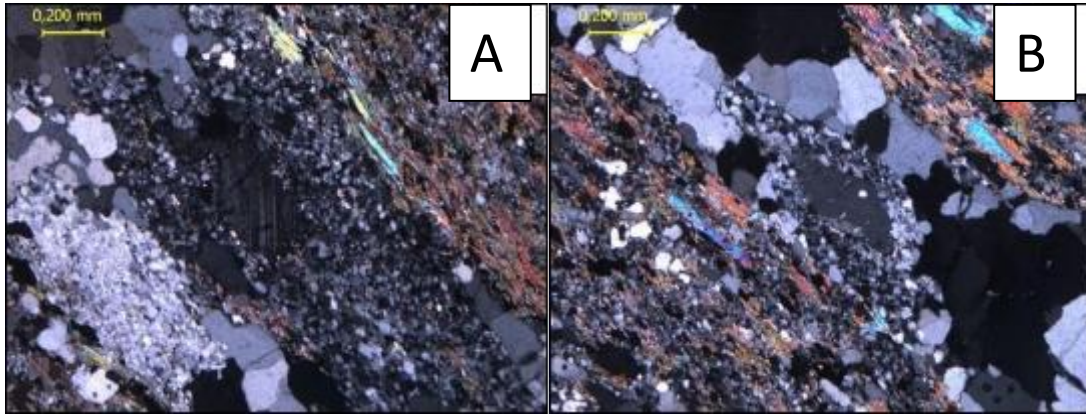


Fig. 43. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-257: (A) Cristal de plagioclasa en banda de cuarzo microcristalino NC. (B) Cristal de feldespato potásico bordeado de cuarzo microcristalino en banda de cuarzo policristalino NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

- **Gneis porfidoblástico feldespático cuarzoso micáceo**

Rocas inequigranulares de textura augengnéisica compuestas de grandes porfidoblastos de feldespato en una matriz bandeada de cuarzo policristalino alternando con micas (Fig. 44-B). Los porfidoblastos miden entre 1 y 3 mm y los cristales de la matriz entre 0,5 y 0,01 mm. Las muestras Ya-240 y Ya-245 presentan una textura gnéisica definida por bandas de micas intercaladas con bandas de cuarzo policristalino y feldespato y escasos porfidoblastos. Todas las muestras presentan texturas mirmequítica, pertítica, poiquilítica y halos pleocróicos en biotita. Los porfidoblastos son mayoritariamente de feldespato alcalino levemente alterado, anhedrales, con maclas simples e inclusiones de plagioclasa y cuarzo. Los de mayor tamaño están atravesados por trenes de cuarzo policristalino. Algunos cristales presentan un maclado enrejado incipiente. La plagioclasa está medianamente sericitizada, presenta maclas deformadas y fracturas (Fig. 46-A). Algunos cristales muestran sobrecrecimiento anular, otros muestran una zonación reliquia (Fig. 46-B). Los granates son en su mayoría esqueléticos, otros presentan fracturas y están alterando a biotita y clorita (Fig. 45). Se observa sillimanita acicular asociada a las micas oscuras (Fig. 44-A). La mineralogía está resumida en la tabla 11 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 12.

Tabla 11. Composición mineralógica del gneis porfidoblástico. Tomado y modificado JAIMES (2011).

Muestra	Pl	Qzt	Kfs	Bt	Ms	Chl	Sfp	Grt	Opacos*	Ep	Ttn	Sil	Zrn	Ap	Aln
Ya-248	30	35	19	5	10	<1	0	1	<1	<1	<1	0	<1	<1	<1
Ya-251	30	30	20	5	10	3	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ya-240	30	25	30	4	4	4	<1	3	<1	<1	<1	<1	0	<1	0
Ya-235	40	35	15	5	3	<1	2	0	<1	0	<1	<1	<1	<1	0
Ya-245	15	25	35	17	3	<1	3	0	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ya-246	25	20	30	20	3	<1	2	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0

*Magnetita, Hematita

Tabla 12. Nombre de las muestras del gneis porfidoblástico. Tomado y modificado JAIMES (2011).

Muestra	Nombre petrográfico	Nombre protolítico
Ya-248	Gneis porfidoblástico feldespático cuarzo micáceo	Meta monzogranito
Ya-251	Gneis porfidoblástico feldespático cuarzo micáceo	Meta monzogranito
Ya-240	Gneis porfidoblástico feldespático cuarzo micáceo	Meta pórfido de monzogranito
Ya-235	Gneis porfidoblástico feldespático cuarzo micáceo	Meta pórfido de granodiorita
Ya-245	Gneis porfidoblástico feldespático cuarzo micáceo	Meta sienogranito
Ya-246	Gneis porfidoblástico feldespático cuarzo micáceo	Meta monzogranito

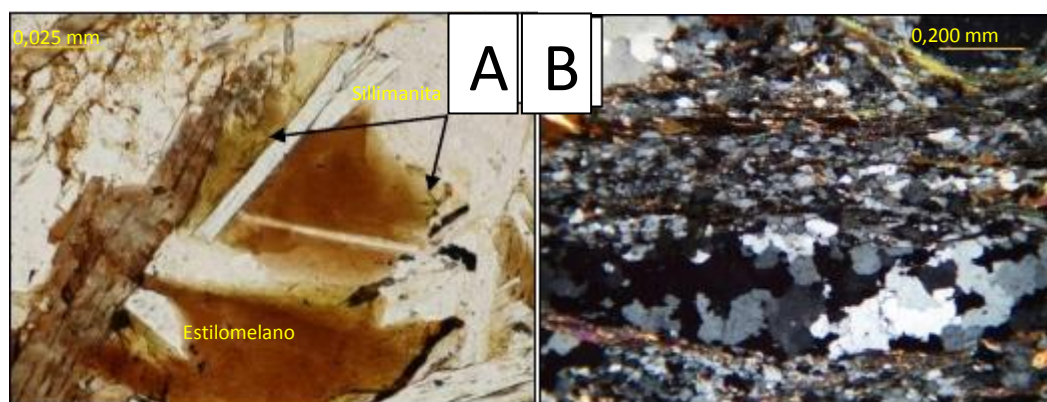


Fig. 44. Complejo San Julián, fotomicrografía Ya-235: (A) Sillimanita en estilpnomelano. NP. (B) Vista general de la sección. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

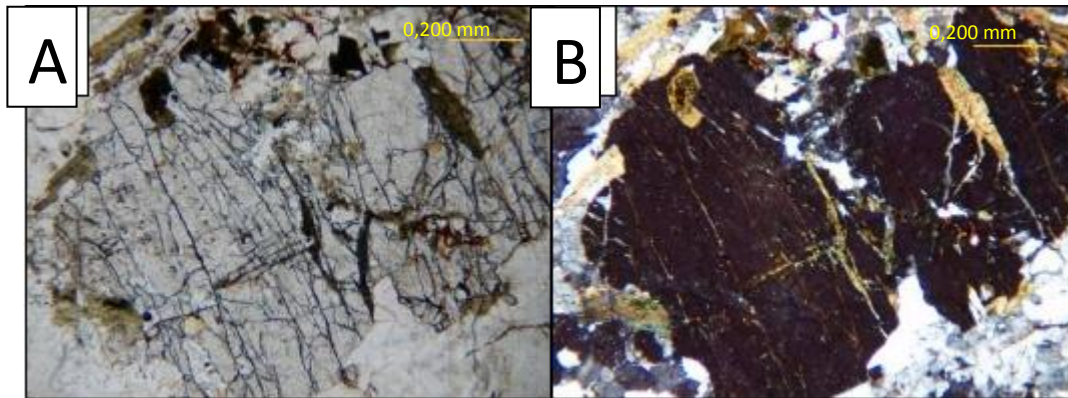


Fig. 45. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-240: Granate fracturado transformado a biotita y clorita. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

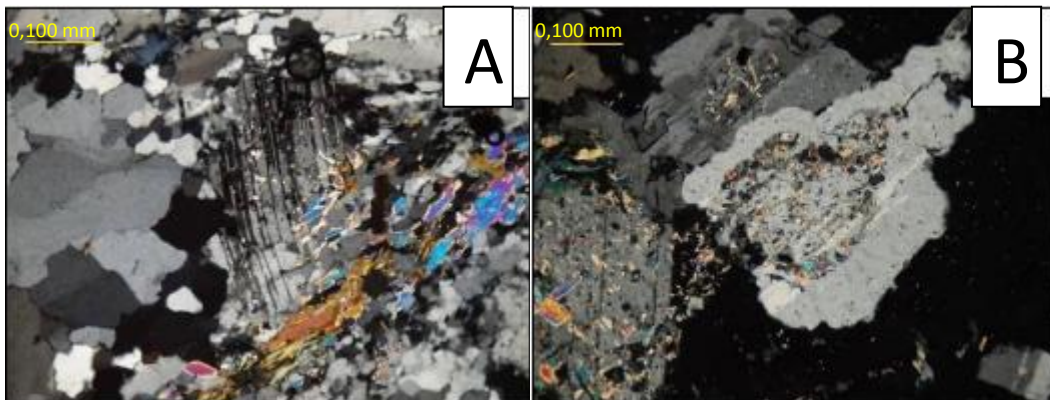


Fig. 46. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-251: (A) Porfidoblasto de plagioclase con maclas deformadas e inclusiones NC. (B) Porfidoblasto de plagioclase con inclusiones en el núcleo NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

- **Gneis granítico metagranítico**

Roca de textura granítica formada por megacristales de feldespato sericitizado y una matriz de cuarzo microcristalino y micas. Las muestra tiene una foliación leve. Los megacristales miden entre 5 y 2 mm y los cristales de la matriz entre 0,2 y 0,05 mm. En las muestras con textura gnéisica el cuarzo forma cúmulos alargados de cristales suturados que forman porfidoblastos. Las micas forman bandas y cúmulos entrelazados. La clorita es producto de alteración de biotita y está repleta de titanita y opacos. Los megacristales están fracturados y algunos atravesados por trenes de cuarzo microcristalino. Se observan texturas pertítica, mirmequítica, poiquilítica y sobrecrecimiento en cristales de plagioclase. Hay sillimanita acicular como mineral reliquia asociada a la biotita (Fig. 47). La mineralogía está resumida en la tabla 13 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 14.

Tabla 13. Composición mineralógica del gneis granítico. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Kfs</i>	<i>Pl</i>	<i>Qzt</i>	<i>Ms</i>	<i>Bt</i>	<i>Chl</i>	<i>Ser**</i>	<i>Grt</i>	<i>Ep</i>	<i>Stp</i>	<i>Ttn</i>	<i>Sil</i>	<i>Zrn</i>	<i>Ap</i>	<i>Aln</i>	<i>Opacos*</i>
<i>Ya-238</i>	30	35	25	4	5	1	0	0	<1	0	<1	<1	<1	<1	<1	<1

*Magnetita, Hematita, Ilmenita, Leucoxeno **Producto de alteración de plagioclasa

Tabla 14. Nombre de las muestras del gneis granítico. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Nombre protolítico</i>
<i>Ya-238</i>	Gneis feldespático cuarzoso	Meta pórfido de monzogranito

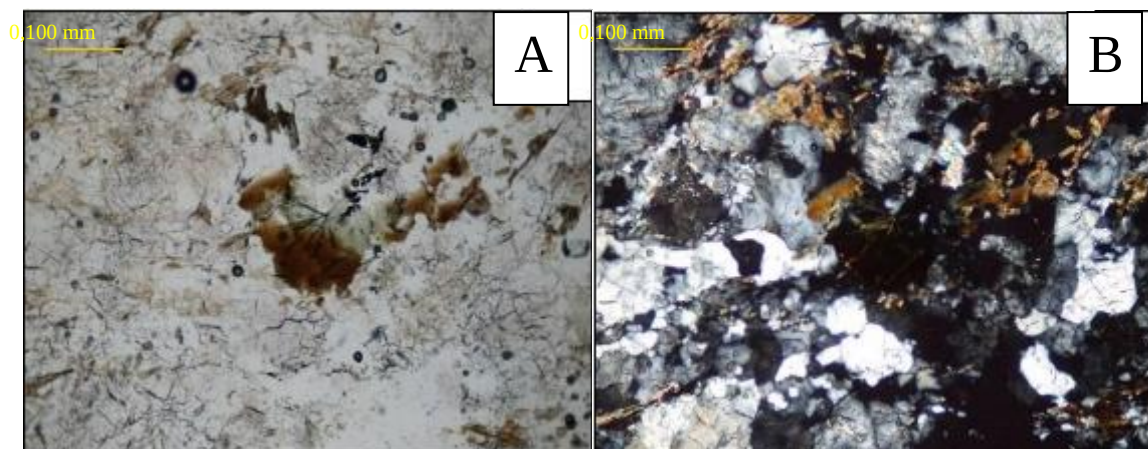


Fig. 47. Complejo San Julián, fotomicrografía Ya-238: Sillimanita acicular en biotita cloritzada. (A) NP (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

• Filita micácea

Roca equigranular, compuesta por bandas de cuarzo policristalino y feldespatos alternando con bandas de micas. Textura esquistosa muy marcada (Fig. 48). El porcentaje de micas, principalmente biotita, supera el 35%. Se observan pequeños lentes alargados de cuarzo policristalino que llegan a medir hasta 0,6 mm de largo, y cristales subhedrales de epidoto. La muestra Ya-243 y Ya-244 son de grano más grueso, tienen menor porcentaje de mica (Fig. 50-A) y presenta granate que llegan a medir hasta 0,6 mm (Fig. 49). Como en los grupos anteriores hay sillimanita (Fig. 50-B). La mineralogía está resumida en la tabla 15 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 16.

Tabla 15. Composición mineralógica de la filita micácea cuarzosa. Tomado y modificado JAIME (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Bt</i>	<i>Qzt</i>	<i>Pl</i>	<i>Ep</i>	<i>Ms</i>	<i>Stp</i>	<i>Chl</i>	<i>Grt</i>	<i>*Opacos</i>	<i>Ap</i>	<i>Ttn</i>	<i>Zrn</i>	<i>Sil</i>
Ya-242	4	2	22	3	0	2	0	0	0	0	0	0	
Ya-243	3	3	20	3	3	2	3	1	1	<	<	<	<
Ya-244	2	3	25	3	5	3	3	3	2	1	<	<	<

*Magnetita, Hematita

Tabla 16. Nombre de las muestras de la filita micácea cuarzosa. Tomado y modificado JAIME (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Nombre Protolítico</i>
Ya-242	Filita micácea cuarzosa	Metapelita
Ya-243	Esquisto micáceo cuarzo feldespático	Metapelita
Ya-244	Esquisto micáceo cuarzo feldespático	Metapelita

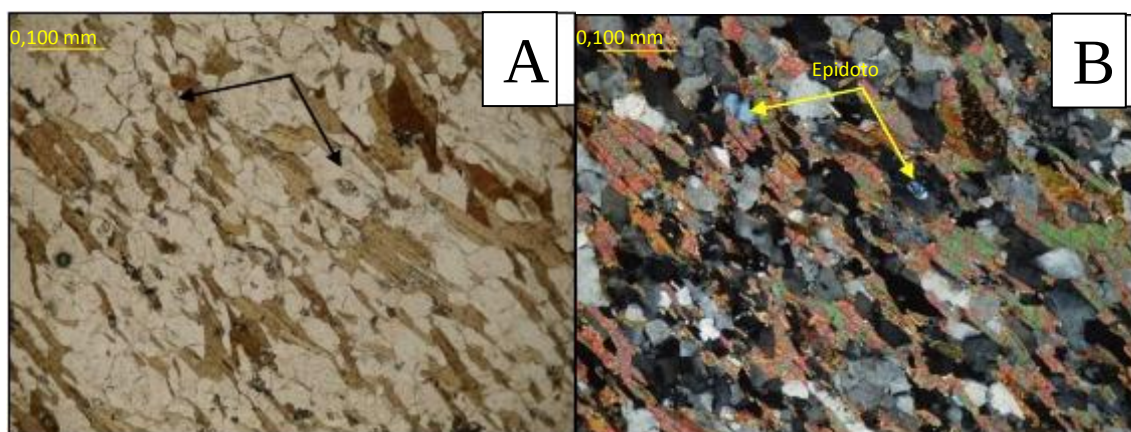


Fig. 48. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-242: Vista general de la sección. Cristales subhedrales de Epidoto. (A) NP (B) Tomado y modificado JAIME (2011).NC.

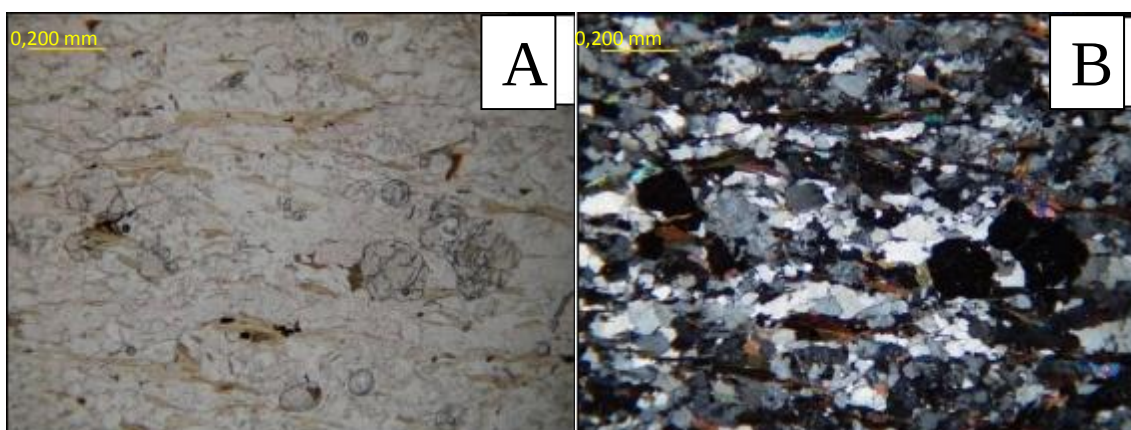


Fig. 49. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-244: Vista general de la sección. Granates subhedrales. (A) NP (B) NC. Tomado y modificado JAIME (2011).

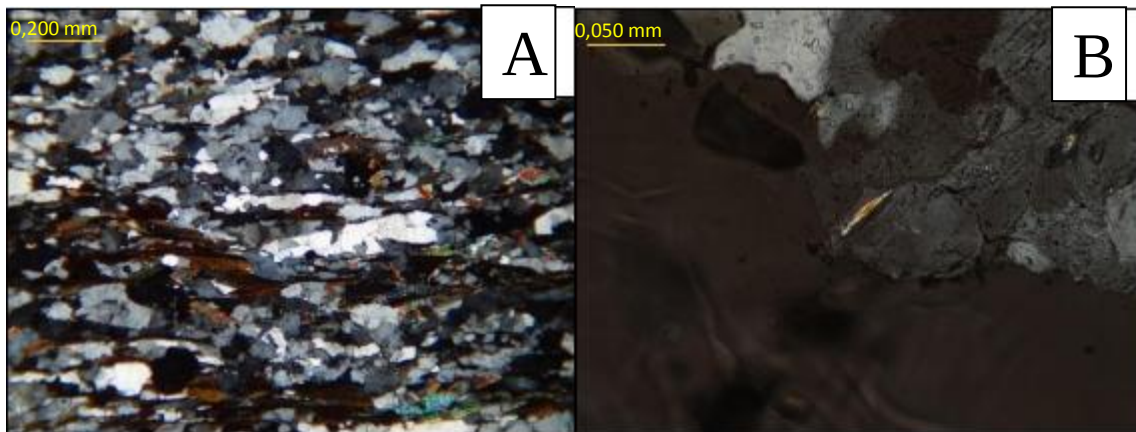


Fig. 50. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-243: (A) Vista general de la sección NC. (B) Cristales de sillimanita. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

- **Gneis y augengneis feldespático cuarzo micáceo**

Roca inequigranular de textura gnéisica a augengnéisica, compuesta por porfidoblastos de feldespato subredondeados en una matriz bandeada de micas, feldespatos y cuarzo (Fig. 51). El cuarzo policristalino forma bandas que se alternan con las micas. También se agrupan en cúmulos de cristales suturados que forman lentes, generando textura augen. Los porfidoblastos son mayoritariamente de feldespato alcalino. Exhiben textura perítica y mirmequítica, maclas simples, pequeñas fracturas orientadas, inclusiones de cuarzo y plagioclasa y algunos están atravesados por trenes de cuarzo. La mayor parte de la plagioclasa está sericitizada. Las micas forman hojuelas orientadas definiendo una foliación lepidoblástica y envolviendo a los porfidoblastos. La sillimanita aparece asociada a clorita. La mineralogía está resumida en la tabla 17 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 18.

Tabla 17. Composición mineralógica del Gneis y augengneis cuarzo-feldespático-micáceo. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Qzt</i>	<i>Kfs</i>	<i>Pl</i>	<i>Ms</i>	<i>Bt</i>	<i>Chl</i>	<i>Ep</i>	<i>Opacos*</i>	<i>Ttn</i>	<i>Ap</i>	<i>Sil</i>	<i>Stp</i>	<i>Zrn</i>
Ya-249	30	15	10	20	15	3	3	2	1	1	0	0	<
Ya-250	35	25	20	10	5	2	3	<	0	<	0	<	0

Tabla 18. Nombre de las muestras del gneis cuarzo feldespático micáceo. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Nombre protolítico</i>
Ya-249	Gneis cuarzo feldespático micáceo	Meta pórfido de monzogranito
Ya-250	Gneis cuarzo feldespático micáceo	Meta pórfido de monzogranito

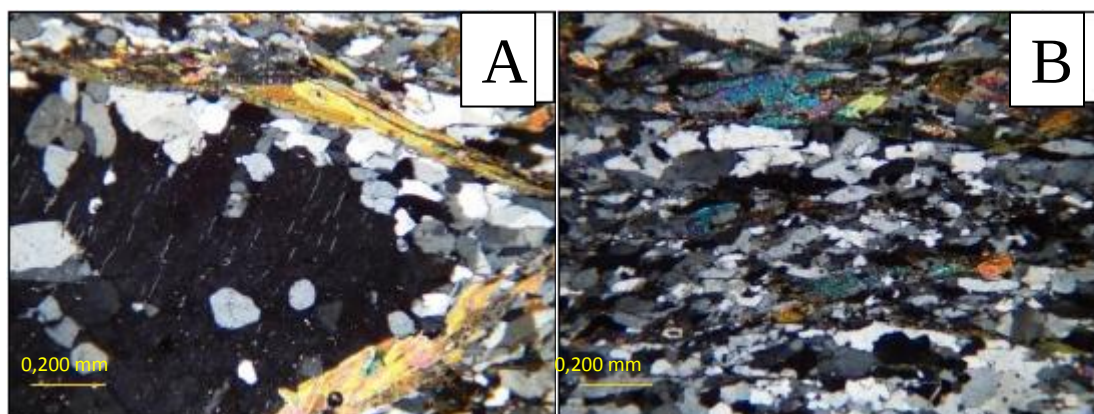


Fig. 51. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-249: (A) Porfidoblasto de feldespato alcalino con inclusiones y pertitas, bordeado de micas. NC. (B) Vista general de la sección. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

• Gneis porfidoblástico leucocrático

Roca inequigranular compuesta por porfidoblastos de feldespato alcalino y plagioclasa maclada en una matriz de feldespato, micas y cuarzo. A pesar de que en muestra de mano se ve una textura gnéisica en sección fina es poco apreciable. Se observan texturas pertítica, mirmequítica (Fig. 52-B), poiquilítica, zonación y textura gráfica. Algunas pertitas exhiben maclado y las maclas de algunas plagioclasas están deformadas (Fig. 52-A). La asociación de micas es de moscovita, biotita, estilpnomelano, clorita y opacos. La mineralogía está resumida en la tabla 19 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 20.

Tabla 19. Composición mineralógica del gneis porfidoblástico leucocrático. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Qzt</i>	<i>Pl</i>	<i>Kfs</i>	<i>Ms</i>	<i>Bt</i>	<i>Chl</i>	<i>Mag</i>	<i>Sp</i>	<i>Ep</i>	<i>Ttn</i>	<i>Sil</i>	<i>Zrn</i>	<i>Ap</i>	<i>Aln</i>
Ya-247	35	30	20	15	<1	<1	0	<1	<1	0	0	<1	0	0

Tabla 20. Nombre de las muestras del gneis porfidoblástico leucocrático. Tomado y modificado JAIME (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Nombre Protolítico</i>
Ya-247	Gneis feldespático cuarzo micáceo	Roca granitoide - Meta monzogranito

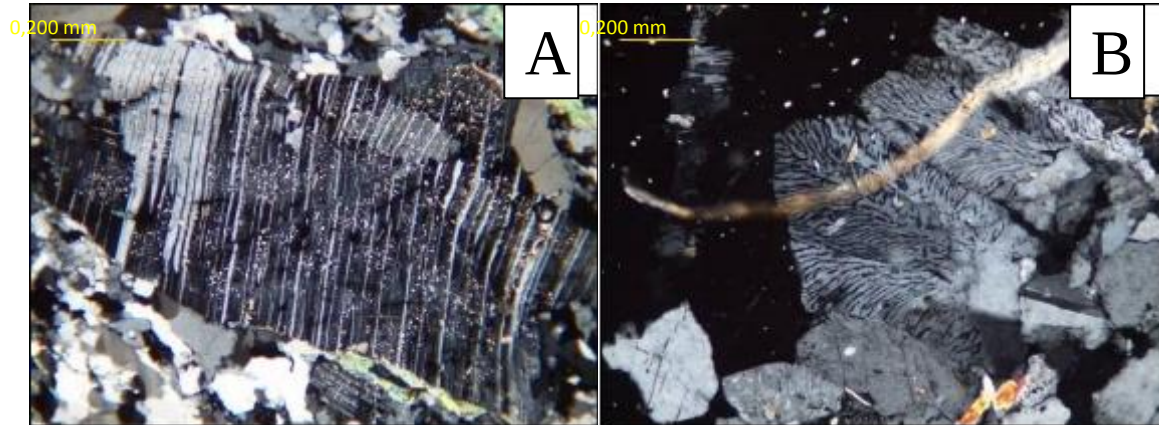


Fig. 52. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-247: (A) Porfidoblasto de plagioclasa con maclas deformadas. NC. (B) Pertita maclada en porfidoblasto de feldespato potásico y textura mirmequítica. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

- **Augenesquisto feldespático cuarzo micáceo. Roca milonítica**

Roca compuesta por porfidoclastos de feldespato en una matriz de cuarzo policristalino, feldespatos y micas (Fig. 53). Los porfidoclastos miden entre 6 y 2 mm y los cristales de la matriz entre 0,2 y 0,01 mm. Textura esquistosa marcada. Los porfidoclastos de feldespato están fracturados y algunos atravesados por trenes de cuarzo microcristalino, presentan inclusiones de plagioclasa sericitizada, texturas mirmequítica y pertítica y están bordeados por mica definiendo una textura augen. La biotita, en parte cloritizada, está asociada a titanita y opacos. La moscovita forma parte de la matriz aunque algunos cristales forman porfidoclastos que definen una textura augen. Se observan cristales de sillimanita como mineral reliquia, asociado a biotita y a clorita. La roca puede clasificarse también como ultramilonítica. La mineralogía está resumida en la tabla 21 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 22.

Tabla 21. Composición mineralógica del augenesquisto porfidoclástico. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Qzt</i>	<i>Kfs</i>	<i>Pl</i>	<i>Ms</i>	<i>Bt</i>	<i>Chl</i>	<i>*Opacos</i>	<i>Ep</i>	<i>Sil</i>	<i>Zrn</i>	<i>Ap</i>	<i>Stp</i>	<i>Ttn</i>
Ya-255	35	25	18	20	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

*magnetita, hematita

Tabla 22. Nombre de las muestras de las rocas miloníticas. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Posible protolito</i>
Ya-255	Augen esquisto feldespático cuarzo micáceo	Similar a los grupos anteriores aunque difícil de determinar por el grado de cataclasis.

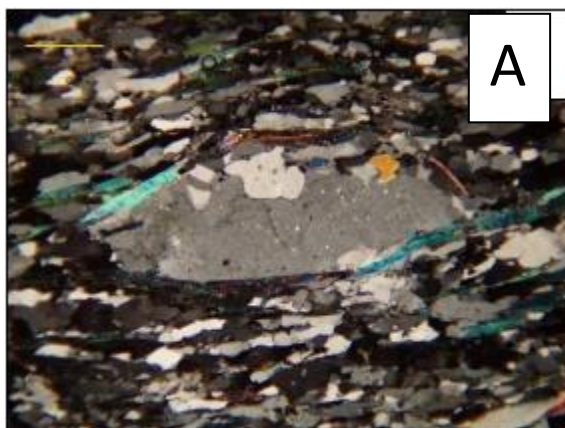


Fig. 53. Complejo San Julián, fotomicrografía Ya-255: (A) Vista general de la sección. Porfidoclasto de feldespato potásico. NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

• Roca granoblástica

Rocas inequigranulares de textura porfidítica, no foliada, compuesta por fenoblastos anhedral de plagioclasa (oligoclasa), cuarzo y feldespato alcalino, en una matriz de la misma composición rica en micas oscuras (biotita y estilpnomeno). Los fenoblastos miden entre 2 y 5 mm y los cristales de la matriz entre 0,01 y 0,5 mm (Fig. 54-A). Se observan texturas poiquilítica en biotita y plagioclasa, textura perítica, mirmequítica y halos pleocróicos en biotita. Los feldespatos tienen bordes irregulares con fracturas e inclusiones y están levemente alterados, pasando a sericita y minerales de arcilla (Fig. 65-B). Algunos fenoblastos están atravesados por trenes de cuarzo microcristalino, otros presentan fracturas. La biotita es la

mica más abundante y está alterando a estilpnomelano o clorita con titanita y opacos. Algunos cristales de plagioclasa presentan sobrecrecimientos anular (Fig. 55-B), en otros las inclusiones sericita están orientadas formando bandas (Fig. 55-A), la mayoría de los cristales exhibe maclado polisintético. La mineralogía está resumida en la tabla 23 y el nombre petrográfico y protolítico de las rocas en la tabla 24.

Tabla 23. Composición mineralógica de las rocas granoblásticas. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Pl</i>	<i>Bt</i>	<i>Qzt</i>	<i>Kfs</i>	<i>Stp</i>	<i>Chl</i>	<i>Ep</i>	<i>Ms</i>	<i>Mag</i>	<i>Ttn</i>	<i>Sil</i>	<i>Zm</i>	<i>Ap</i>	<i>Aln</i>
<i>Ya-239</i>	50	20	10	5	5	4	3	2	1	<1	<1	<1	<1	<1

Tabla 24. Nombre de las muestras de las rocas granoblásticas. Tomado y modificado JAIMES (2011).

<i>Muestra</i>	<i>Nombre petrográfico</i>	<i>Nombre protolítico</i>
<i>Ya-239</i>	Metapófido de granodiorita	Metapófido de granodiorita

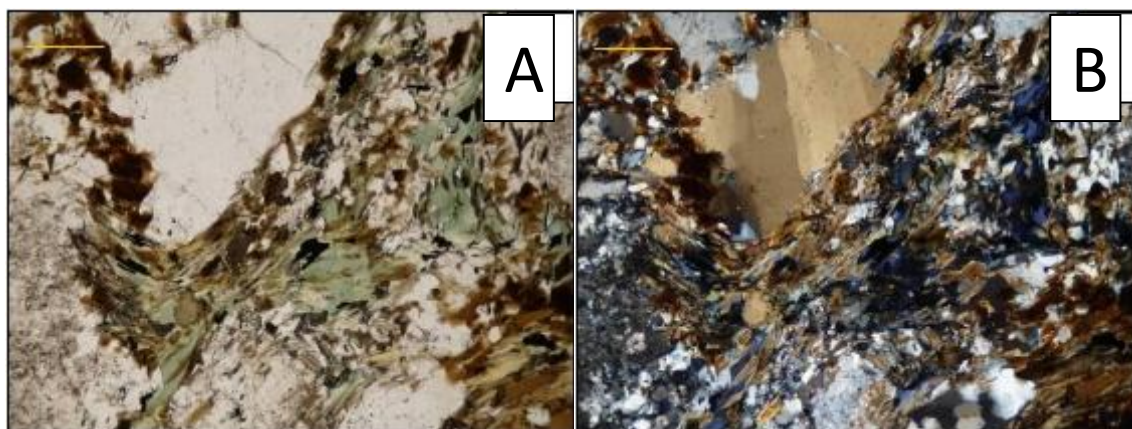


Fig. 54. Complejo San Julián, fotomicrografías Ya-239: Vista general de la sección. Biotita alterando a clorita y magnetita.(A) NP, (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

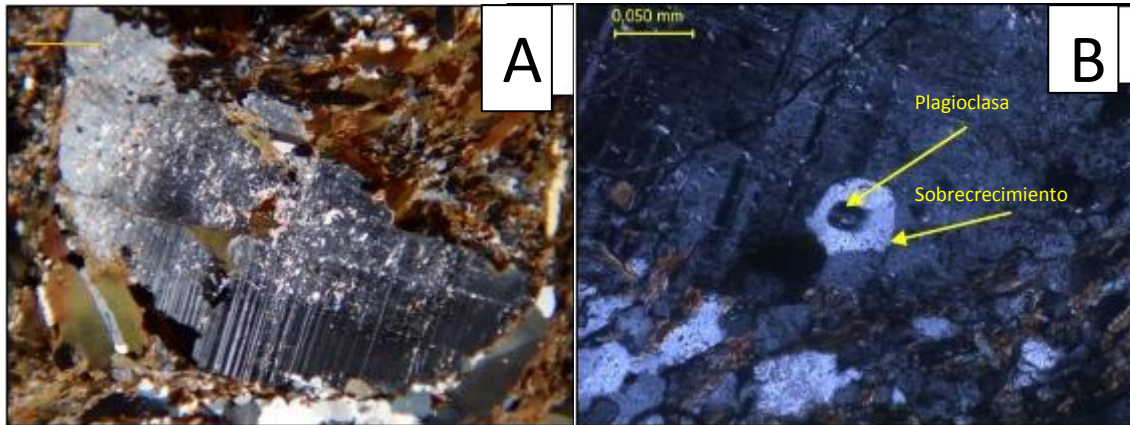


Fig. 55. Complejo San Julián, fotomicrografía Ya-239: (A) Fenocristal de plagioclasea con bordes fracturados NC. (B) Fenocristal de plagioclasea con bordes fracturados NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

Edad

KOVACH *et al.* (1979) presenta datos de Rb/Sr de cantos rodados de muestras esquistosas de la quebrada San Julián, que al ser recalculados por URBANI (1982) resulta en una edad de 270 Ma. Estos escasos datos geocronológicos, impide mayor precisión en la asignación de una edad a esta unidad, por tal motivo se ha sugerido una edad genérica de Paleozoico - Precámbrico al Complejo Ávila (URBANI & OSTOS, 1989).

Espesor

No se ha medido ni estimado.

3.2.2.2. Complejo Yumare

Consideraciones históricas

BELLIZZA & RODRÍGUEZ (1976) utilizan el nombre de Complejo Yumare para describir un conjunto de rocas metamórficas de muy alto grado, bien expuestas en el macizo de San Quintín y otros adyacentes, estado Yaracuy.

LOZANO & MUSSARI (2007) estudian los macizos al norte de Yumare e identifican y cartografían esta unidad a detalle.

Localidad tipo

No está expresamente indicada, pero indica que hay buenos afloramientos en el flanco sur del macizo de San Quintín, así como en los macizos vecinos de Tarana, La Zurda y Salsipuedes, todos ellos ubicados a unos 10 km al norte de la población de Yumare, estado Yaracuy.

Extensión

La distribución regional de este complejo se restringe a los macizos de Tarana, San Quintín, La Zurda y Salsipuedes al norte del río Aroa, en el flanco sur de la serranía El Chacal - Cerro Misión - Agua Linda. Forma un cuerpo segmentado por fallas y globalmente elongado en dirección este - oeste, de unos 17 km de longitud, por un ancho medio de unos 2 a 3 km. Esta región constituye el extremo noroccidental de las rocas ígneo-metamórficas de la Cordillera de la Costa (URBANI 1997). Abarca un 3% del área total (Fig. 56)

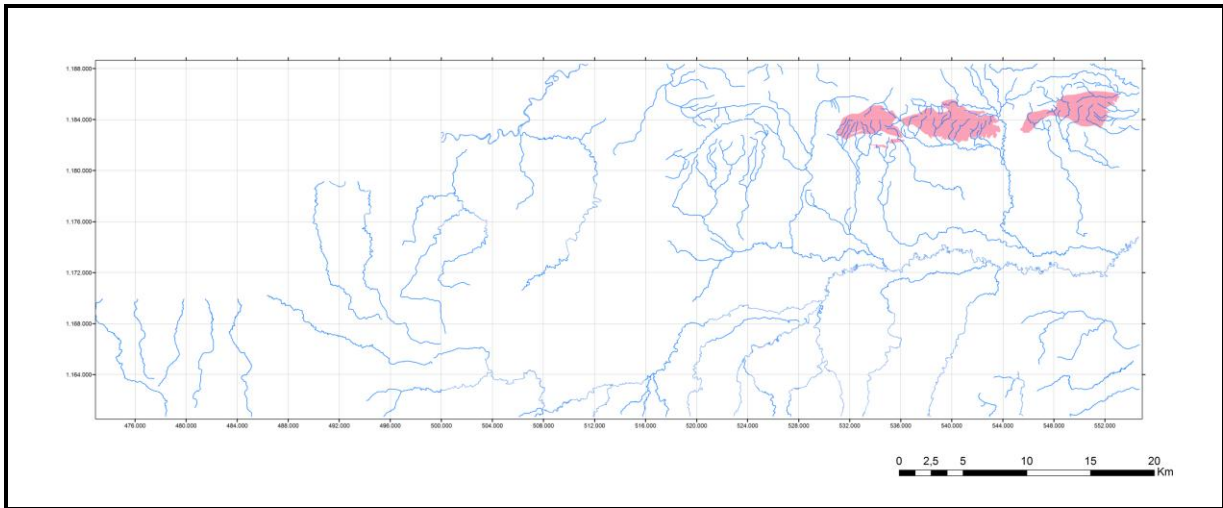


Fig. 56. Extensión de la Unidad Complejo de Yumare en la zona de estudio.

Contactos

Se encuentra en contacto inconforme por debajo de las formaciones Casupal y Capadare y en contacto concordante con el Complejo de San Quintín. En el macizo La Zurda presenta contacto de corrimiento con la Formación La Luna.

Litología

BELLIZZA & RODRÍGUEZ (1976) interpretan los macizos de San Quintín, Tarana, La Zurda y Salsipuedes como bloques fallados, donde rocas del basamento pre-Mesozoico se han puesto en contacto con rocas de diferente petrogénesis. Indican que esta unidad está constituida por rocas gnéisicas, anortosita, granulita, anfibolita y piroxenita. Los mismos autores describen un gneis cuarzo-feldespático-biotítico, con textura que varía entre el grano medio y pegmatítica. Además del cuarzo, feldespato y biotita, contienen muscovita, epidoto y ocasionalmente hornblenda. Se observan frecuentes bandas félsicas intercaladas, formando gneis bandeado; otros tipos de gneis exhiben textura de "augen" y en ocasiones se presenta esquistos cuarzo - micáceo con textura lepidoblástica.

LOZANO & MUSSARI (2007) realizan un estudio en los macizos de Yumare y señalan el tipo de rocas que afloran en cada uno.

- San Quintín presenta la siguiente litología: rocas félsicas: metatrondhjemitita y metaanortosita, rocas máficas: metagabro, metamonzogabro y meta-cuarzo-gabro y rocas ultramáficas: metahornblendita.

- En La Zurda la litología es: rocas félsicas: metagranodiorita, metamonzonita, metamonzogranito, metagranito microclínico y metaleucogranito microclínico, rocas máficas: metagabro, meta-cuarzo-gabro, metamonzogabro y meta-cuarzo-monzogabro y rocas ultramáficas: metaclinopiroxenita.

- En Salsipuedes los tipos litológicos son: rocas cuarzo feldespáticas: esquisto cuarzo-feldespático-micáceo, rocas félsicas: metatrondhjemitita y metatonalita y rocas máficas: metagabro y gneis hornbléndicoepidótico.

URBANI *et al.* (2011d) posterior a un reconocimiento geológico - petrológico de los macizos de Yumare que los macizos están compuestos por los siguientes tipos de rocas:

- San Quintín: predomina una serie que varía entre anortosita (mayoritario) y gabro (incluyendo leucogabro a melanogabro, cuarzo gabro y monzogabro, con algunas variedades de alto contenido de minerales como epidoto, clorita o actinolita), también hay hornblendita.

- La Zurda: predominan rocas gabroides (incluye gabro, cuarzo gabro y monzogabro, con variedades mineralógicas piroxénico - anfibólicas, algunas sólo piroxénicas y otras anfibólicas - epidóticas, donde el piroxeno puede ser orto- o clinopiroxeno), clinopiroxenita y granofiro (de composición APQ variable de granito microclínico, leucogranito microclínico y monzogranito), con litologías minoritarias félsicas de granodiorita y monzonita.

- Salsipuedes: mayormente con rocas esquistosas / gnéicas (con los siguientes minerales en orden decreciente de abundancia: cuarzo, plagioclasa (andesina - labradorita), biotita, muscovita, epidoto, hematita, clorita, actinolita, apatito, titanita y zircón), así como gabro, trondjemita, tonalita y gneis hornbléndico epidótico.

Edad

Por la presencia de granulita y anortosita, los autores del nombre consideraron a estas rocas como remanentes de un bloque fallado del Escudo de Guayana, por lo tanto interpretan una edad Precámbrica. GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980, p. 326) acertadamente señalan que

cualquier intento de atribuirles una edad a la anortosita de Yumare, es totalmente especulativo hasta no efectuar determinaciones radiométricas en este Complejo; sin embargo, debido a trabajos geocronológicos más recientes, ya está firmemente establecida la presencia de rocas de edad Precámbrica en la Cordillera de la Costa (OSTOS *et al.*, 1989; URBANI & OSTOS, 1989; OSTOS, 1990) por consiguiente una edad Precámbrica para el Complejo de Yumare parece una interpretación adecuada.

URBANI *et al.* (2012) a partir del análisis por el método U-PB de cristales de zircón extraídos de las rocas de esta unidad se confirma que hace unos 950-1.000 Ma la unidad fue sometida a un metamorfismo de alto grado probablemente en la facies de la granulita, de manera que todos los cristales de zircón reflejan este evento de alta temperatura, correspondiente a la orogénesis grenvilliana.

3.2.2.3. Complejo San Quintín

Consideraciones históricas

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) utilizan este nombre para designar una secuencia metavolco-sedimentaria que aflora en el macizo de San Quintín, estado Yaracuy. LOZANO & MUSSARI (2007) estudian los macizos al norte de Yumare e identifican y cartografían esta unidad a detalle.

Localidad tipo

La localidad tipo esta en el flanco sur del macizo de San Quintín, a unos 10 km al norte de Yumare, estado Yaracuy.

Extensión

Forma un cuerpo elongado en dirección este - oeste, de unos 8 km de longitud por unos 3 km de ancho (BELLIZZIA & RODRÍGUEZ 1976). Abarca un 2% del área total (Fig.57).

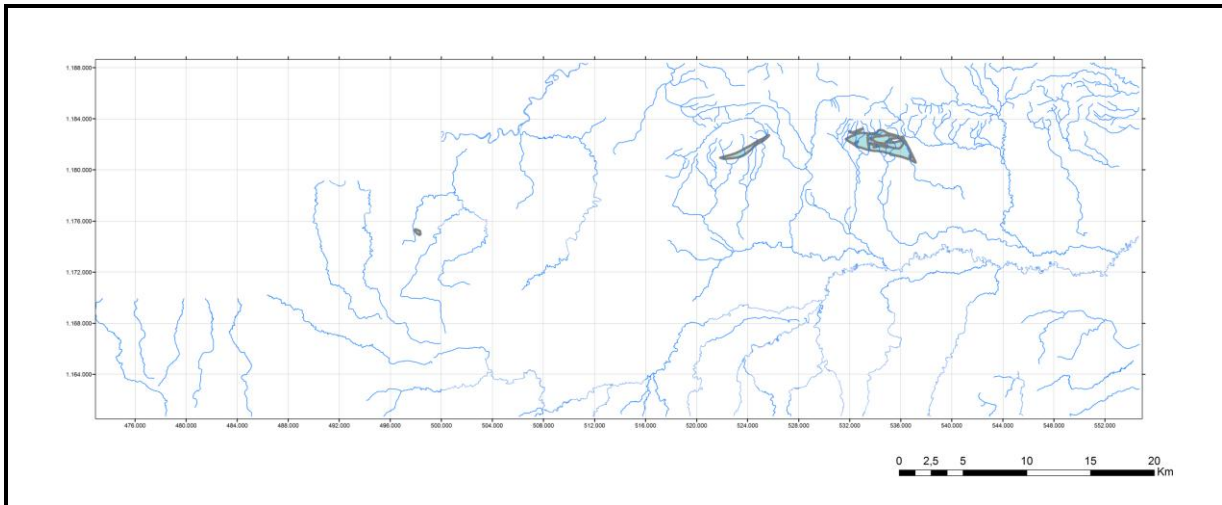


Fig. 57. Extensión de la Unidad Complejo de San Quintín en la zona de estudio.

Contactos

Son tectónicos pero concordantes con rocas del Complejo Yumare, aunque hay localidades con diques basálticos cruzando la anortosita. También presenta contacto de falla con las Formaciones Casupal y Capadare.

Litología

Según LOZANO & MUSSARI (2007) la unidad comprende un conjunto de rocas volcánicas máficas débilmente metamorfizadas y una secuencia metasedimentaria de metarenisca, metalimolita, filita y escasos metaconglomerados. En algunas localidades las metavolcánicas aparentemente se intercalan a varios niveles con rocas de alto grado metamórfico del Complejo de Yumare; en otras zonas están incluidas en las rocas metasedimentarias.

Los tipos de roca metavolcánica presente son esencialmente metatoba de cristales y lítica y metalava en menor proporción. Las rocas metasedimentarias de esta unidad son esencialmente metarenisca de grano fino y color verde claro, blanco o crema macizas o débilmente foliadas.

URBANI *et al.* (2012) a partir de un reconocimiento geológico - petrológico de los macizos de Yumare establece que en el macizo San Quintín que las rocas volcánicas aflorantes van desde lava basáltica hasta metatoba (con granulometría de ceniza a aglomerado e incluye toba híbrida), así como rocas sedimentarias híbridas (arenisca).

En el sector Caño Negro específicamente en uno de los tributarios de la quebrada Chiquinquirá fueron recolectadas 10 muestras en un cuerpo olistolítico incluido en la Formación Matatere. Las muestras se muestran en la tabla 25.

Tabla 25. Tipos litológicos del Complejo San Quintín recolectados en tributario de la Qda. Chiquinquirá.

Tipos Litológicos	Muestras	Análisis Petrográfico
Metatobas	La-219A, La-219B, La-220A, La-220B, La-220CR, La-221A, La-221B, La-222, La-223R, La-226R, La-227R	La-219B, La-220B, La-223R

- Muestra La-219B (metatoba)**

Roca con variación en el tamaño de grano y con cristales muy fracturados, compuesta principalmente por clinopiroxeno tipo augita (20%) presentan exsolución de ortopiroxenos (Fig. 59A), plagioclasica (40%) a la cual debido a la alteración no se le puede determinar el tipo (Fig. 59C), clorita (30%) como textura intersticial producto de la alteración de lo que era el vidrio máfico y prehnita (10%) como mineral metamórfico (Fig. 58A). Se observan unos diques que cortan la sección a lo largo de una matriz afanítica (Fig 58).

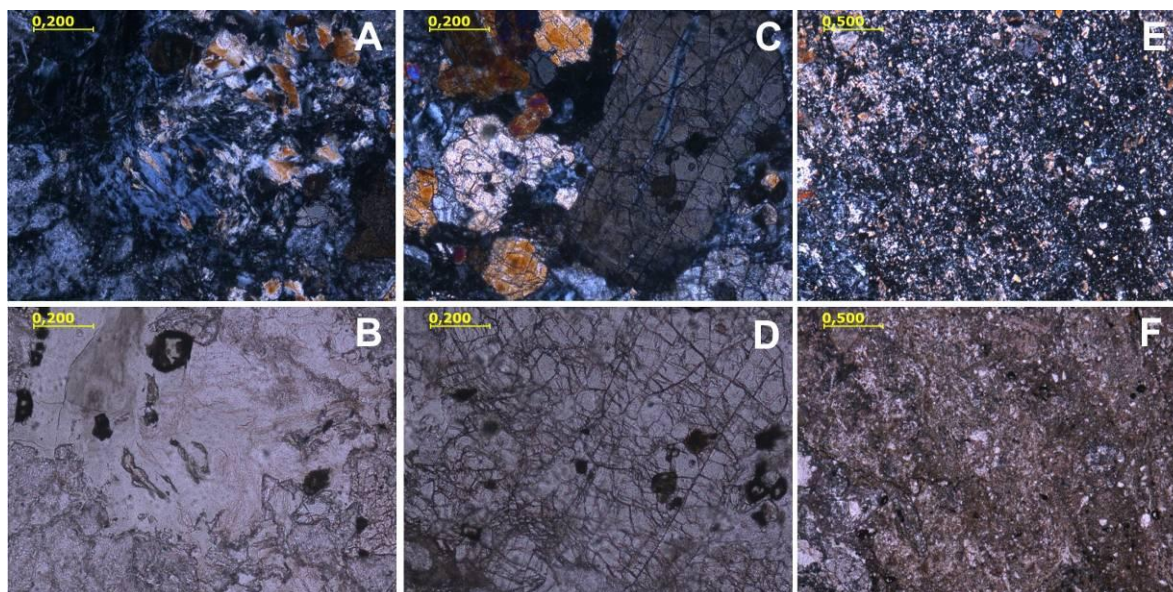


Fig. 58. Complejo San Quintín, muestra La-219B. A y B) Clorita intercalada con prehnita, NC y NP. C y D) Cristales de clinopiroxeno fracturados, NC y NP. E y F) Dique de textura afanítica, NC y NP.

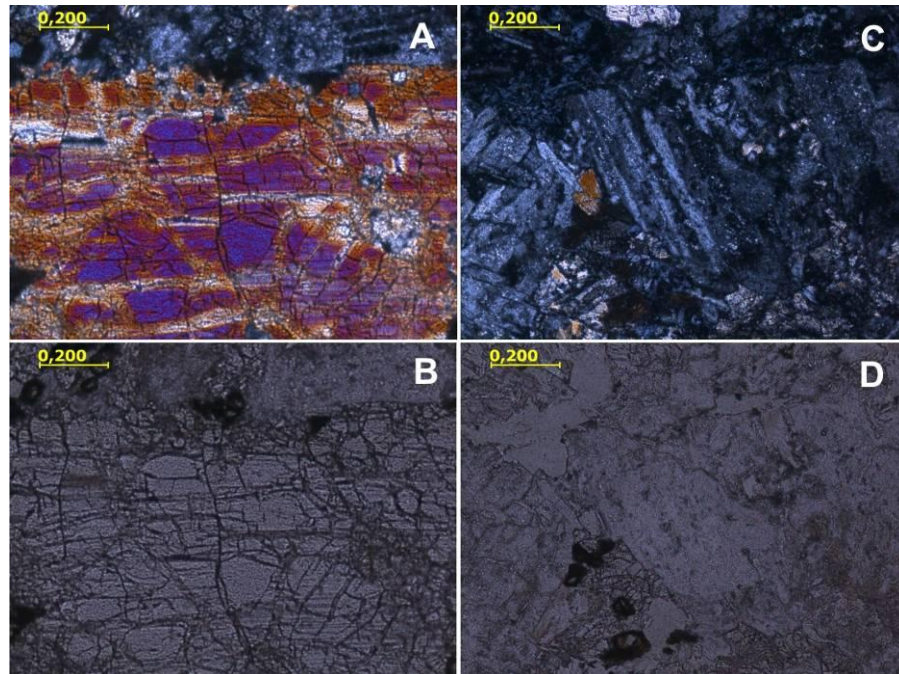


Fig. 59. Complejo San Quintín, muestra La-219B. A y B) Cristal de clinopiroxeno con exsolución de ortopiroxeno, NC y NP. C y D) Plagioclasa alterada a sericita, NC y NP.

- **Muestra La-220B (metatoba)**

Roca compuesta principalmente por plagioclasa (70%) de tipo oligoclasa con textura de zonación y alteración de carbonatos, clorita (20%) (Fig. 60C) y calcita (10%). Los cristales se ven fracturados. La matriz está conformada por plagioclasa y clorita, aunque se ven algunos cristales de clinopiroxeno.

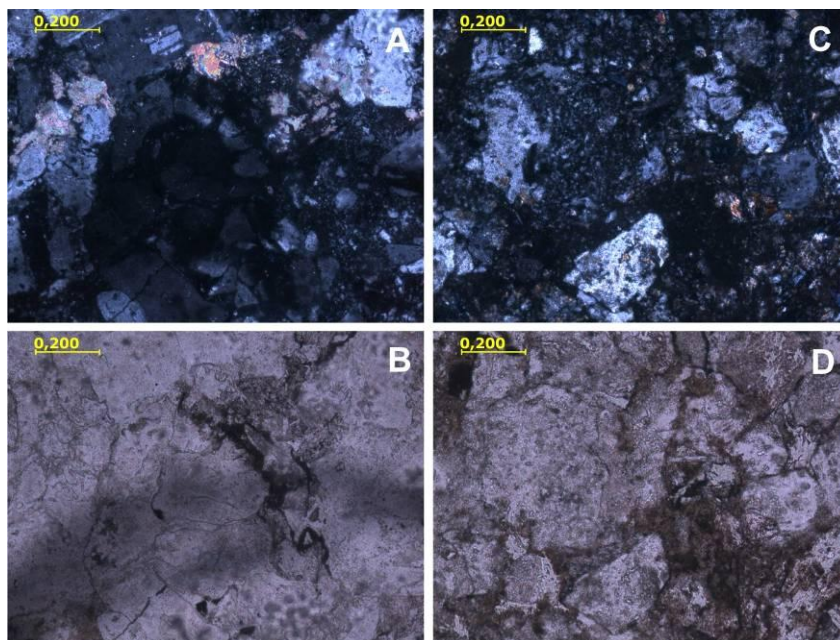


Fig. 60. Complejo San Quintín, muestra La-220B. A y B) Cristales calcita con cristales de plagioclasa fracturados, NC y NP. C y D) Cristales de clorita intersticial y plagioclasa alterada a sericita, NC y NP.

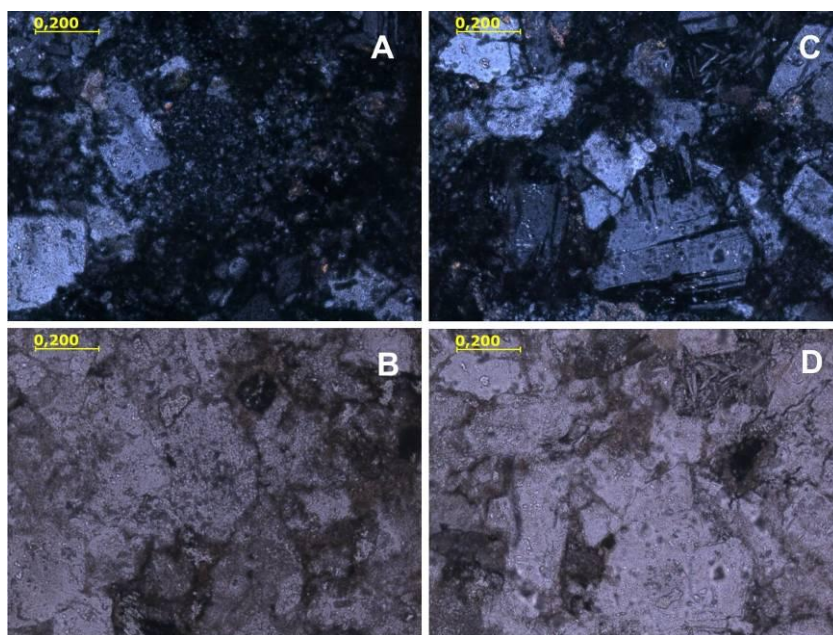


Fig. 61. Complejo San Quintín, muestra La-220B. A y B) Plagioclasa alterada en matriz afanítica, NC y NP. C y D) Cristales de plagioclasa fracturados, NC y NP.

- **Muestra La-223R (metatoba)**

Roca compuesta por clorita (50%), prehnita (20%), plagioclasa (20%) y clinopiroxeno tipo augita (10%). La matriz está compuesta principalmente por clorita. Se encuentra muy prehnitizada (Fig. 63C) y muy alterada. La plagioclasa está fracturada y presenta alteraciones de sericita en algunos casos. El clinopiroxeno se presenta como un cúmulo de pequeños cristales no superiores a los 0,2 mm.

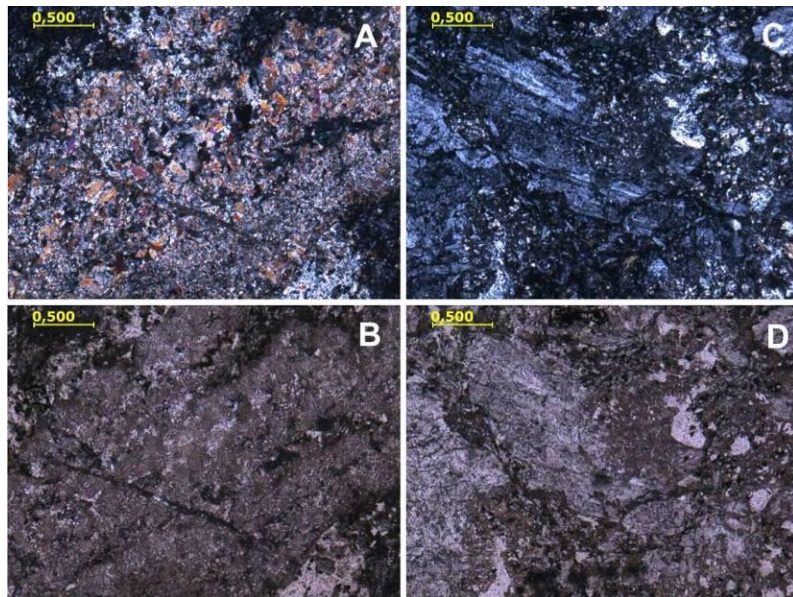


Fig. 62. Complejo San Quintín, muestra La-223R. A y B) Cristales clinopiroxeno alterados, NC y NP. C y D) Cristales de plagioclasa alterada a sericita, NC y NP.

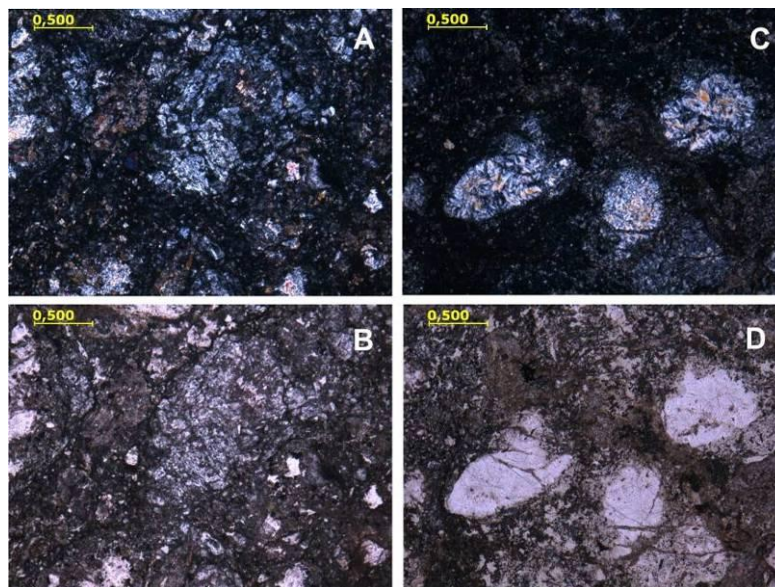


Fig. 63. Complejo San Quintín, muestra La-223R. A y B) Plagioclasa fracturada, NC y NP. C y D) Prehnita en pequeñas amígdalas, NC y NP.

Espesor

No se ha indicado

Edad

Por su presunta posición "estratigráfica" entre el Esquisto de Aroa (Jurásico-Cretácico) y la Formación Cerro Misión (Eoceno), BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) interpretan una edad Cretácica.

3.2.2.4. Complejo Nirgua**Consideraciones históricas**

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) introducen este nombre con una descripción somera, que posteriormente amplían (1968) para incluir una secuencia de rocas metamórficas con predominio de rocas anfibólicas en la parte central a norte del estado Yaracuy, incluyéndola en el Grupo Los Cristales. GONZÁLEZ (1972) y BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) continúan su cartografía y amplia su descripción. OSTOS (1981) en la zona del macizo de El Ávila definió su "Unidad de esquistos anfibólicos y anfibolitas" que luego fue correlacionado con Nirgua. NAVARRO *et al.* (1988) redefinen estas rocas como Fase Nirgua, formando parte de su unidad litodémica de corrimiento que denominan como Complejo la Costa. Este criterio fue aceptado por URBANI & OSTOS (1989) y URBANI *et al.* (1989a,b) quienes utilizan este nombre en los mapas geológicos de la zona de Puerto Cruz a Caraballeda y Oritapo a La Sabana, estado Vargas, y El Palito - Morón - Valencia, estado Carabobo (URBANI 2000).

Localidad tipo

Fue señalada en el río Nirgua sin detallar la localización exacta, igualmente se señalan buenas secciones expuestas en los ríos y quebradas que cortan las serranías de Aroa, Santa María, Nirgua - Tucuragua, estado Yaracuy.

Extensión

Aflora como una extensa franja desde la zona de Chivacoa en el estado Yaracuy, continuando hacia la zona de Morón - Puerto Cabello, estado Carabobo, prolongándose como una estrecha franja casi paralela a la costa, por el estado Aragua y culminando cerca del poblado de La Sabana en el estado Vargas (URBANI 2000). En la zona de estudio aflora entre el valle de Aroa

y el flanco norte de la serranía del mismo nombre; abarca un 4% del área total de la zona. (Fig. 64).

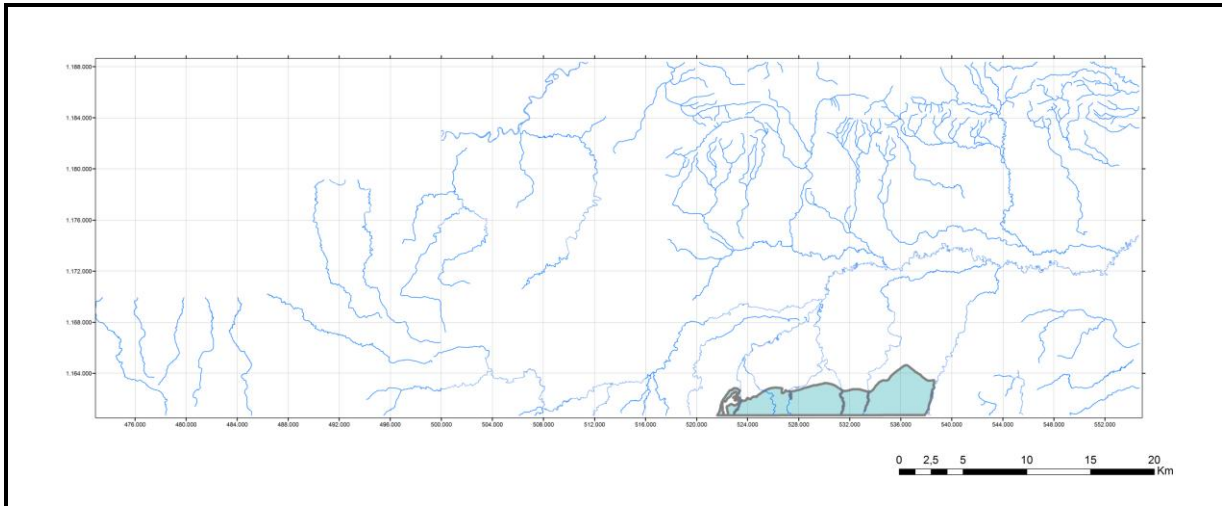


Fig. 64. Extensión del Complejo Nirgua en la zona de estudio.

Contactos

Al sur de Chichiriviche, estado Vargas, OSTOS (1990) interpreta un contacto de falla de corrimiento con el Augengneis de Peña de Mora. URBANI *et al.* (1989a,b) igualmente interpretan como tectónicos los contactos de esta unidad, con aquellas adyacentes. en la zona de estudio se presenta en contacto de falla de corrimiento con el Esquisto de Aroa y en contacto de falla con la Formación Ojo de Agua y el Complejo San Julián.

Litología

Según BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) la unidad es una secuencia de esquisto cuarzo-micáceo, micáceo-grafitoso, anfibolita granatífera-clinopiroxénica (eclogitas) clorito-epidótico-clinozoisítica, granatífero-clinozoisítica-epidótica y clorito-cuarzosa, glaucofanita granatífero-clorito-epidótica, cuarcitas, mármol y esquisto gnéisico cuarzo-micáceo-feldespático. El esquisto grafitoso ocupa especialmente la parte superior de la sección. Las rocas características de esta unidad son las variedades de anfibolita y mármol.

JAIMES (2011) realizó un trabajo en la zona Crucito Albarico y Carabobo en la cual recolecta 10 muestras de esta unidad y realiza un detallado análisis petrográfico. De las muestras tomadas determinó 3 tipos litológicos (Tabla 26).

Tabla 26. Tipos litológicos en el Complejo Nirgua en la zona Crucito-Albarico-Carabobo.

Tipo litológico	Muestras	Muestras con análisis petrográfico
• Anfibolita y esquistos anfibolíticos	Ya-261, Ya-262, Ya-263, Ya-264, Ya-265, Ya-266, Ya-268, Ya-269.	Ya-264, Ya-266.
• Esquisto carbonático grafitoso	Ya-267	Ya-267
• Esquisto cuarzoso grafitoso moscovítico	Ya-260	No tiene

• Anfibolita

Roca equigranular, granoblástica, no foliada compuesta de actinolita y epidoto mayoritariamente (Fig. 65). La plagioclasa tiene textura poiquilítica y forma cristales ligeramente más grandes que el resto. La muestra Ya-264 presenta cristales subhedrales de granate medianamente alterados (Fig. 66). Hay dos tipos de cloritas presentes, pennita como producto de alteración del granate y posible proclorita. La mineralogía está resumida en la tabla 27 y el nombre petrográfico en la tabla 28.

Tabla 27. Composición mineralógica de las anfibolitas. Tomado y modificado JAIMES (2011).

Muestra	Act	Ep	Pl	Chl	Cal	Qtz	Ttn	Zrn	stp	*Opacos	Ms	Grt
Ya-266	15	7	5	3	0	2	<	0	<1	2	3	0
Ya-264	35	3	8	10	<1	5	<	<	0	<1	0	12

*magnetita, hematita, ilmenita, leucoxeno, pirita

Tabla 28. Nombre de las muestras del esquisto anfibolítico. Tomado y modificado JAIMES (2011).

Muestra	Nombre petrográfico	Nombre Protolítico
Ya-264	Anfibolita epidótica granatífera	Metabasalto
Ya-266	Epidocita anfibólica	Metabasalto

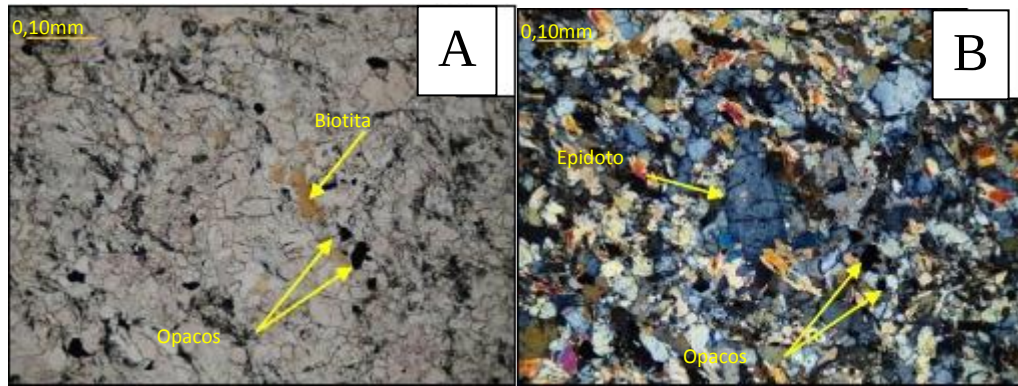


Fig. 65. Complejo Nirgua, fotomicrografía muestra Ya-267: Vista general. Cristales de epidoto, biotita y opacos. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

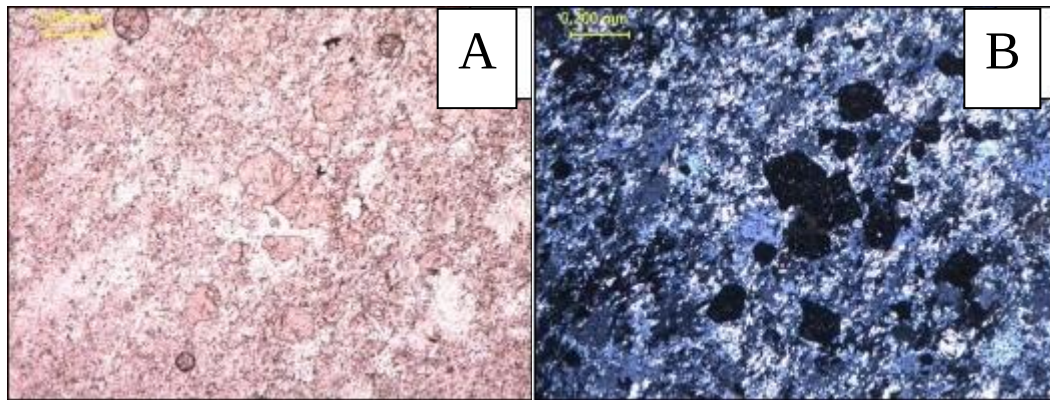


Fig. 66. Complejo Nirgua, fotomicrografía muestra Ya-264: Vista general de la sección. Cristales euhedrales de granate. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

• Esquisto carbonático grafitoso

Roca inequigranular de textura esquistosa compuesta de porfidoblastos anhedrales de cuarzo y plagioclasea en una matriz de carbonato, micas y cuarzo microcristalino (Fig. 69). El grafito presenta textura de crenulación (Fig. 68). Los porfidoblastos de plagioclasea están repletos de inclusiones. La clorita aparece formando cúmulos junto a otras micas, y en ellos se pueden observar cristales de titanita en forma de agregados granulares (Fig. 67). La mineralogía está resumida en la tabla 29.

Tabla 29. Composición mineralógica del esquisto carbonático grafitoso. Tomado y modificado JAIMES (2011).

Muestra	Qzt	Ms	Cal	Gr	Ttn	Hem	Ep	Chl	Ser*	Pl
Ya-267	20	15	35	8	<1	3	<1	2	4	8

*Producto de alteración de plagioclasea.

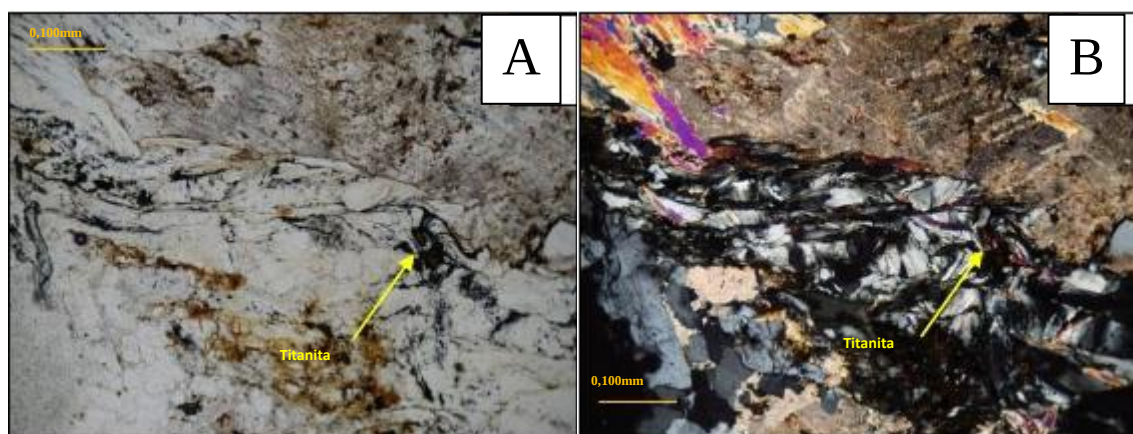


Fig. 67. Complejo Nirgua, fotomicrografía muestra Ya-267: Cúmulo de clorita y otras micas entrelazadas. Se observan unos cristales subhedrales de titanita. (A) NP. (B) NC. Tomado y modificado JAIMES (2011).

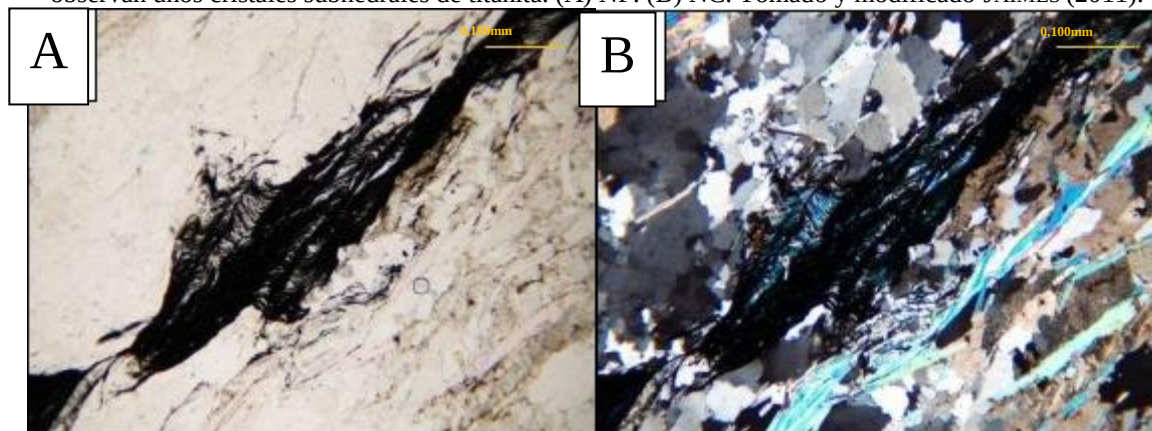


Fig. 68. Complejo Nirgua, fotomicrografía muestra Ya-267: Textura de crenulación en grafito. (A) NP. (B) NC. Tomado y Modificado JAIMES (2011).

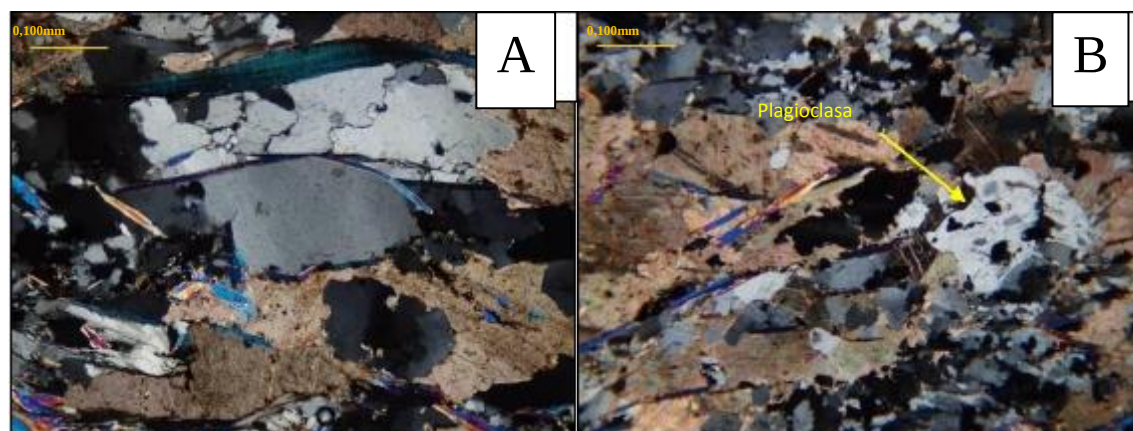


Fig. 69. Complejo Nirgua, fotomicrografía muestra Ya-267: (A) Cristal anhedral de cuarzo bordeado por moscovita NC. (B) Textura poiquilítica en plagioclase NC. Tomado y Modificado JAIMES (2011).

Espesor

No se ha determinado, si bien al igual que en las demás unidades metamórficas muy deformadas, el espesor que pueda medirse no es más que una cifra aparente.

Fósiles

No se han encontrado.

Edad

Todos los autores que la han estudiado la ubican como de probable edad Mesozoica (URBANI 2000). URBANI (2012) señala que probablemente el terreno que origino esta formación se formo en periodos del Jurasico Tardio.

3.2.2.5. Esquisto de Mamey**Consideraciones históricas**

Este término fue introducido por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) para designar la unidad superior de las dos en que dividieron a la Formación Los Cristales, definida por BUSHMAN (1959). VON DER OSTEN (1967) recomendó el rechazo del nombre por considerar que la unidad no se distingue adecuadamente de otras. Posteriormente, los autores originales (1968) reconocieron tres unidades formacionales en el intervalo de la Formación Los Cristales, en la serranía de Nirgua - Tucuragua, de las cuales la superior es la Formación Mamey. En general con esta formación existe gran confusión en la literatura, ya que las descripciones son vagas y las relaciones con las unidades adyacentes no han sido bien estudiadas. SKERLEC (1979) estudia esta unidad y la considera perteneciente al “Grupo Los Cristales o Grupo Caracas”.

Localidad tipo

No se ha definido una sección tipo específica, pero el nombre proviene de una de las mejores secciones que aflora en la quebrada Mamey, afluente de la quebrada Nonavana, al este de Duaca, estado Lara; hay secciones representativas en el curso inferior del río Bobare y en las quebradas Las Palmas, Palmarito, La Peña, Cogollal y Pisaje en la Serranía del Bobare.

Extensión

Desde el Valle del río Moroturo al norte hasta las cercanía de Sarare, estado Lara. SKERLEC (1979) observa la unidad en la zona montañosa entre las poblaciones de Cabudare - Río Claro y Sarare. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) identifican esta unidad en el flanco este de la

serranía de Agua Fría, la cual está incluida en la zona de estudio; abarca el 8% de las unidades que afloran en esta área (Fig. 70).

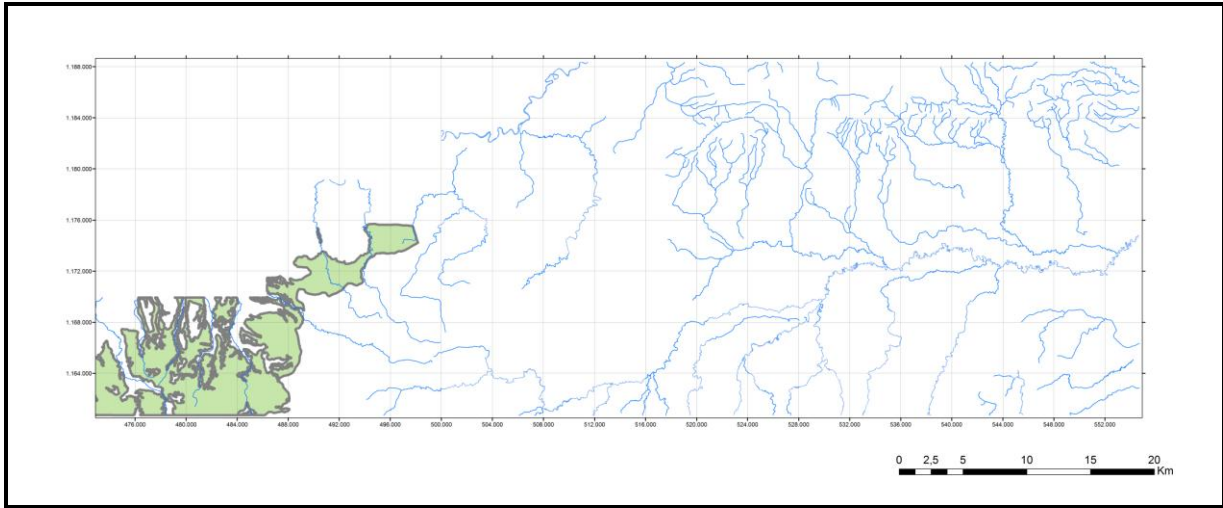


Fig. 70. Extensión del Esquisto de Mamey en la zona de estudio

Contactos

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967, 1968) postulan relaciones transicionales con el Esquisto de Aroa infrayacente y relaciones transicionales hacia arriba y lateralmente a la Formación Bobare (URBANI 2000).

En la zona de estudio se encuentra en contacto de falla de corrimiento sobre el Esquisto de Aroa. La Formación Capadare descansa discordante sobre esta unidad y a su vez en la parte norte, paralelo a la carretera Socremo-Santa Inés, estas unidades presentan contacto de falla.

Litología

Según los autores originales, la unidad consiste esencialmente de esquisto cuarzo - sericítico con colores gris, naranja y marrón, en capas generalmente lenticulares, de espesores variables, entre centímetros y 5 m, metaconglomerado de colores crema a gris claro, intercalados con los primeros, algunos son polimixtos intraformacionales, con fragmentos que alcanzan dimensiones de guijarros, peñas y peñones de mármol, filita y menos frecuentemente de arenisca; metaconglomerado calcáreo arcósico y mármol arenáceo conglomerático arcósico; metarenisca generalmente calcárea y feldespática, de grano grueso a medio, y color gris oscuro a crema, que meteorizan en pardo rojizos con manchas blancas, y filita negra grafitosa, localmente calcárea (URBANI 2000).



Fig. 71. Afloramientos del Esquisto de Mamey en la quebrada Las Guabinas. A) Punto La-209. B) Punto La-210.

En la quebrada Las Guabinas, sector Las Guabinas, en la región de estudio, específicamente se observan rocas de la siguiente composición:

Metaconglomerado de color fresco gris claro y color meteorizado pardo; filita grafitosa de color fresco gris claro y color meteorizado pardo; pizarra grafitosa-cuarzosa de color fresco gris oscuro y color meteorizado pardo. De estas muestras sólo se le realizó análisis petrográfico al metaconglomerado.

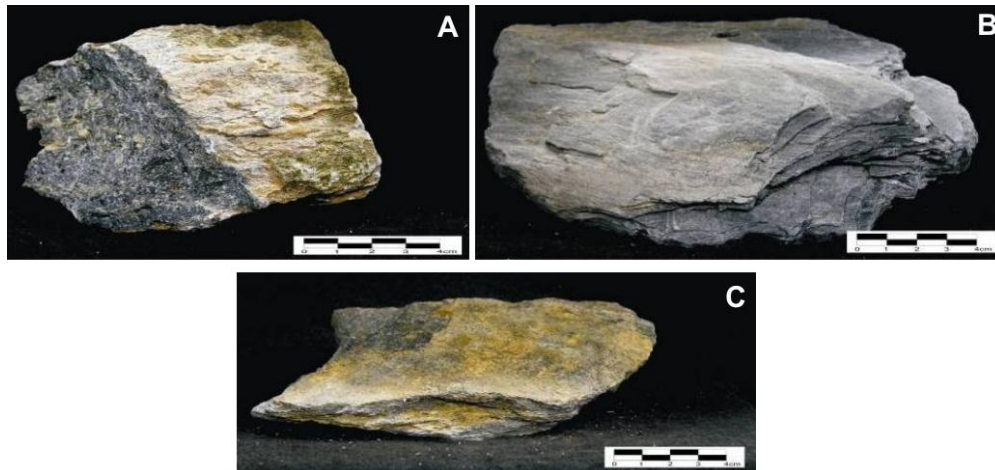


Fig. 72. Tipos de rocas del Esquisto de Mamey observadas en la quebrada Las Guabinas. A) Muestra La-209A, Metaconglomerado. B) Muestra La-210, filita grafitosa. C) Muestra La-211, pizarra grafitosa-cuarzosa.

- **Metaconglomerado (Paraconglomerado polimíctico)**

Roca en la que predominan los clastos tamaño arena (1/16-2 mm) siendo el promedio de 0,25 mm, sin embargo también hay presencia de granulos. Presenta un escogimiento medio y los clastos tienden a ser redondeados con una esfericidad media-alta y orientación isotrópica en la que la presencia de micas dan una orientación preferencial (Fig. 74C). El contenido de

clastos es de 20% principalmente de cuarzo policristalino, el contenido de matriz es de 80%, siendo mayoritariamente de granos de cuarzo, plagioclasa, micas y minerales de arcilla; el tipo de cemento predominante es de minerales carbonáticos (10%) y minerales de arcilla (5%).

A continuación se describen los clastos fragmentos de roca:

-Clastos de arenisca feldespática (Fig. 73): Roca de tamaño de grano de 1 mm en promedio, buena esfericidad y redondeados. No se observa matriz y el tipo de cemento es de minerales de arcilla, y el tipo de contacto predominante es concavo-convexo y suturado; está compuesto principalmente por cuarzo macrocristalino metamórfico y plagioclasa alterada; los fragmentos se encuentran redondeados y poseen un tamaño aproximado de 1 a 2 mm.

-Clastos de cuarzo Policristalino: fragmentos de 1 mm de tamaño promedio bien redondeados y con buena esfericidad (Fig. 74E).

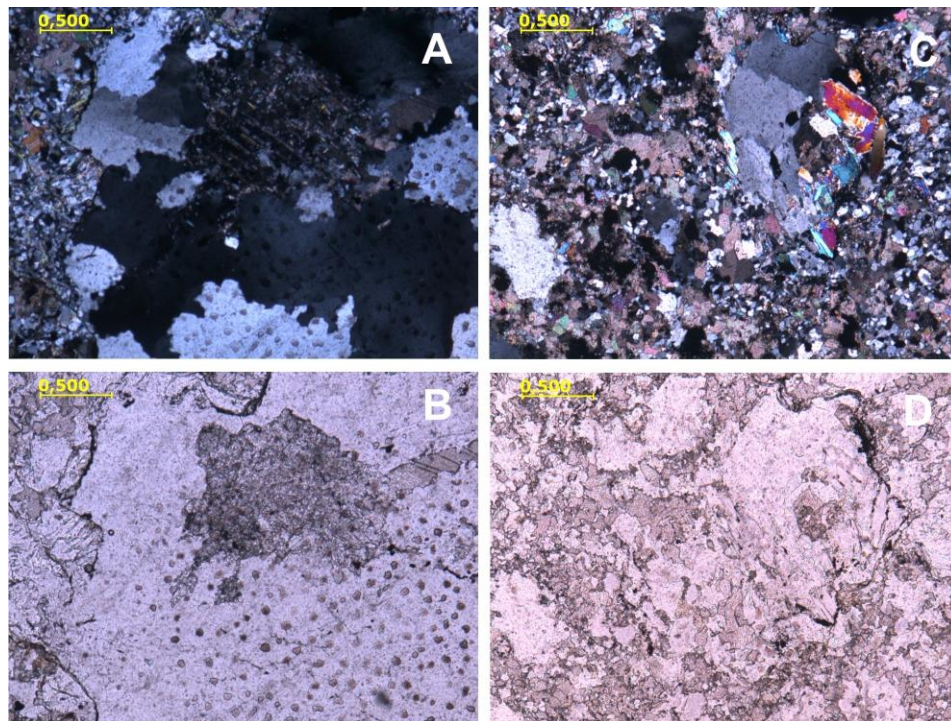


Fig. 73. Esquisto de Mamey, Muestra Ya-209. A y B) Cristales aciculares de actinolita y de epidoto, NC y NP. C y D) Cristales de clorita y plagioclasa, NC y NP.

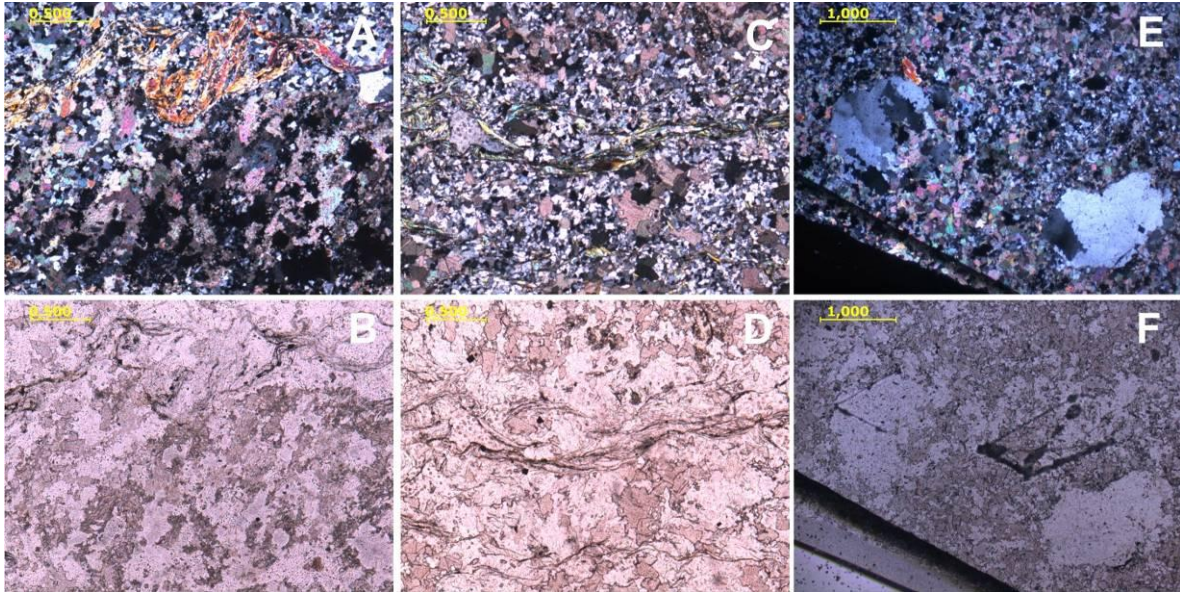


Fig. 74. Esquisto de Mamey, Muestra Ya-209. A y B) Cristales aciculares de actinolita y de epidoto, NC y NP. C y D) Cristales de clorita y plagioclase, NC y NP. E y F) Cristales de epidoto metamórfico y plagioclase con alteraciones de epidoto, NC y NP.

Espesor

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) estimaron 1.400 m de espesor.

Fósiles

En algunas localidades se observan fragmentos de amonites, muy semejantes a los descritos en la Formación Carorita; algunas capas de calizas contienen pelecípodos, espinas de equinoideos y corales (URBANI 2000).

Edad

Cretácico Temprano, por su contenido faunal.

3.2.2.6. Esquisto de Aroa

Consideraciones históricas

Esta unidad está descrita como Formación Aroa en el *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997), este término fue introducido por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1967) para designar una espesa secuencia de rocas metamórficas expuestas en la serranía de Aroa, estado Yaracuy, en el distrito minero de Aroa, con la cual se asocia la mena de piritas cupríferas.

Posteriormente URBANI (2008) realiza una revisión de las nomenclaturas de las unidades al norte de Venezuela y designa esta unidad como Esquisto de Aroa, perteneciente a la Asociación Metamórfica Los Cristales. Más recientemente URBANI *et al.* (2012) interpretan que el Esquisto de Aroa probablemente corresponde a una edad Cretácico Tardío (Cenomaniense-Campaniense), lo cual no contradice los escasos hallazgos paleontológicos previos.

Localidad tipo

Toma su nombre del distrito minero de Aroa, ubicado en la falda de la serranía del mismo nombre. La serranía de Aroa, en el estado Yaracuy, es considerada como la localidad tipo. BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) proponen buenas secciones de referencia en el río Tupe y las quebradas Las Minas, Cumeragua y Carampampa ubicadas en el estado Yaracuy.

Extensión

La unidad se encuentra presente en las Serranías de Aroa y de Nirgua-Tucaragua, estados Lara, Yaracuy y Cojedes (SAVIAN 1997). En la zona de estudio esta unidad ocupa un 8 % del área total (Fig. 75).

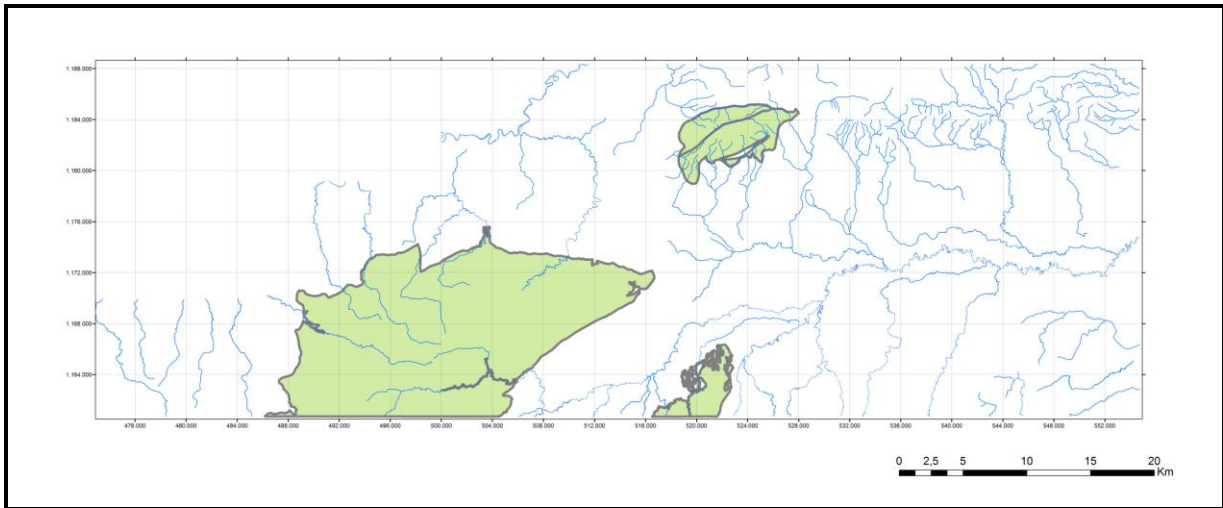


Fig. 75. Extensión del Esquisto de Aroa en la zona de estudio.

Contactos

En la zona de estudio, al sur de la carretera Socremo-Santa Inés, esta unidad se encuentra en contacto inconforme por debajo de la Formación Capadare y en contacto de falla de corrimiento con el Esquisto de Mamey y la Formación Matatere. En el macizo Tarana se encuentra en contacto inconforme por debajo de las Formaciones Casupal y Capadare, y tiene

incluido un cuerpo de serpentinita elongado en contacto de falla de corrimiento, perteneciente al Complejo San Quintín. Al sur del valle de Aroa se encuentra en contacto de falla de corrimiento con el Complejo Nirgua y en el flanco contrario del valle se encuentra en contacto discordante y de falla con la Formación Capadare.

Litología

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) describe la unidad como una secuencia de esquistos carbonáticos grafitosos, filita grafitosa, esquistos cuarzo-micáceos grafitosos, caliza laminada, caliza maciza y horizontes de esquistos verdes, estos últimos compuestos por zoisita, clinozoisita, epidoto, feldespato, actinolita, clorita, calcita y cuarzo. El esquistos carbonático-grafitoso, micáceo-grafitoso y la filita grafitosa constituyen alrededor del 60% de la unidad y están compuestos por: calcita, grafito, sericita, cuarzo, feldespato, zoisita, pirita y clorita. En la parte inferior de la unidad predominan esquistos micáceos; en la parte superior, zona de transición al esquistos Mamey suprayacente, aparecen meta-areniscas y meta-conglomerados muy similares a los de éste último. Según BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) el Esquistos de Aroa fue afectada por metamorfismo regional de la subfacies de cuarzo-albita-muscovita-clorita de la facies de esquistos verdes.

En el sector Caño Negro, de la carretera Socremo-Santa Inés, específicamente en la quebrada Charo Grande, se observan afloramientos del esquistos de Aroa en los que se identificaron distintos tipos de roca.



Fig. 76. Afloramiento del Esquistos de Aroa en la zona de Caño Negro. A) Punto La-213. B) Punto La-215. C) Punto La-216.

En el orden en el que se realizó el recorrido de norte a sur en dicha quebrada, se fueron encontrando los siguientes tipos de roca: pizarra grafitosa-cuarzosa con lentes de mármol envueltos por la foliación; esquisto grafitoso-carbonático-micáceo muy plegados con presencia de brecha, en los que se puede observar que la dirección de deformación es en sentido N-S, expresado por la morfología de los pliegues; y filitas alternadas con mármol de aproximadamente 3 cm de espesor. En total se recolectaron 4 muestras de esta formación en esta quebrada.

A parte de las muestras recolectadas por el autor se estudiaron 10 muestras de esta formación tomadas en un trabajo de campo por la empresa Ingenieros De Santis C.A.

En un recorrido realizado por la quebrada el Charal el autor recolectó 4 muestra perteneciente a esta unidad. En las tablas 29 y 30 se pueden apreciar los números de muestras y cuáles son los tipos litológicos hallados en campo.



Fig. 77. Afloramiento del Esquisto de Aroa altamente plegado y con presencia de brecha de falla. A) Punto La-214. B) Punto La-214.

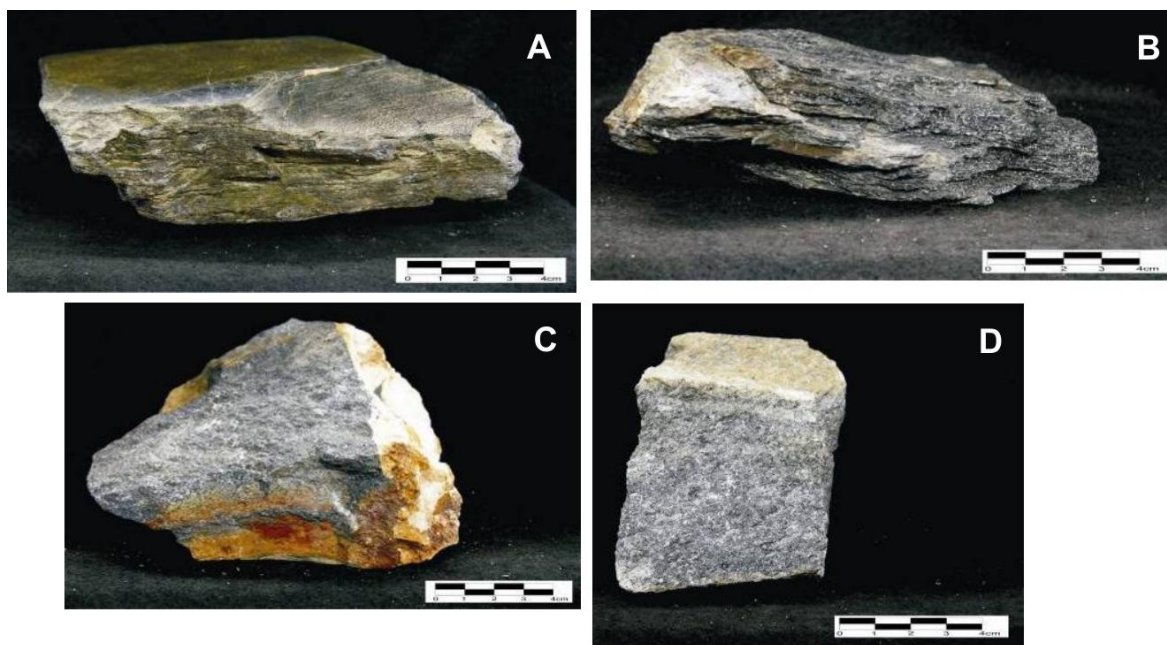


Fig. 78. Muestras tomadas del Esquisto de Aroa recolectadas en el sector de Caño Negro. A) Muestra La-213A, pizarra grafitosa-cuarzosa. B) Muestra La-215, Esquisto grafitoso-carbonático-micáceo. C) Muestra La-213B, mármol. D) Muestra La-217R, Esquisto carbonático-micáceo.

Tabla 30. Tipos litológicos del Esquisto de Aroa recolectados en las qdas. Guararido y Charo Grande.

Tipos Litológicos	Muestras	Análisis Petrográfico
Pizarra grafitosa-cuarzosa	La-213A	No se realizo
Mármol	La-213B	La-213B
Esquisto grafitoso-carbonático-micáceo	La-215	No se realizo
Esquisto carbonático-cuarzoso-micáceo	La-217AR	La-217AR
Esquisto actinolítico-epidótico-clorítico-plagioclásico	Ya-230BR, Ya-230CR, Ya-230DR, Ya-230ER	Ya-230BR
Metaconglomerado	Ya-231C	Ya-231C

- **Mármol**

Roca conformada principalmente por calcita (70%) de tamaño promedio 0,4 mm, cuarzo (20%) policristalino y macrocristalino metamórfico de 0,05 mm en promedio subredondeados y de esfericidad media (Fig. 82B, C). Se logra apreciar cemento sintaxial y estilolitas. A su vez se observan abundantes fragmentos de equinodermos redondeados y bien preservados (Fig. 81A-B, 72A); se logran apreciar fragmentos de espinas con corte basal (Fig. 81C, D). En algunos sectores se aprecia óxido de hierro (10%) y presencia de grafito lo cual permite observar el leve alineamiento que posee la roca.

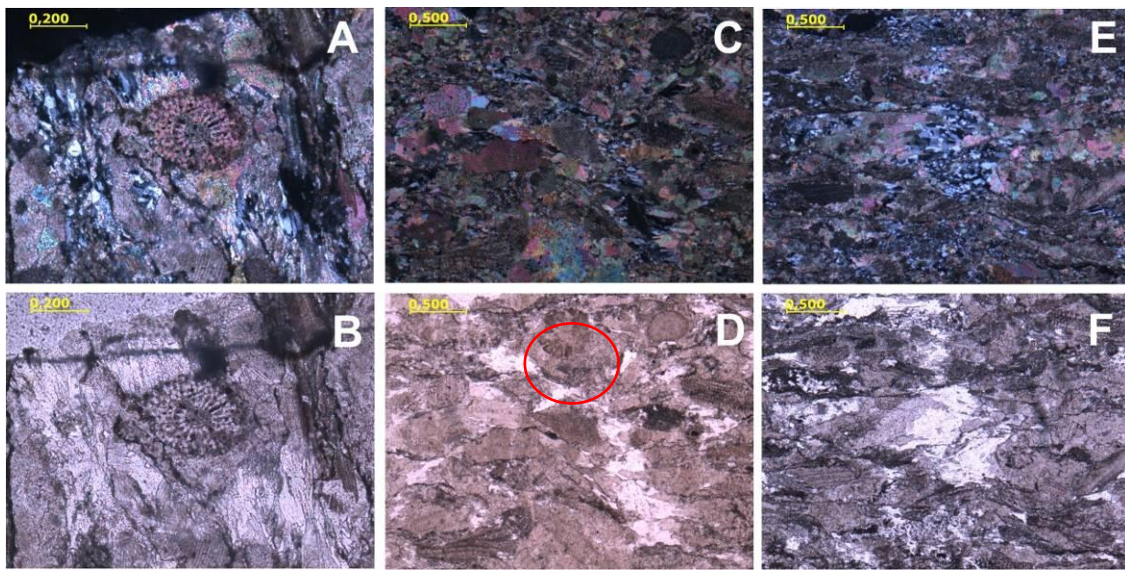


Fig. 79. Esquisto de Aroa, Muestra La-213B. A y B) Fragmento de Equinodermo, NC y NP. C y D) Fragmento de espina de equinodermos con un corte basal, NC y NP. E y F) Lente de cuarzo rodeado de calcita, NC y NP.

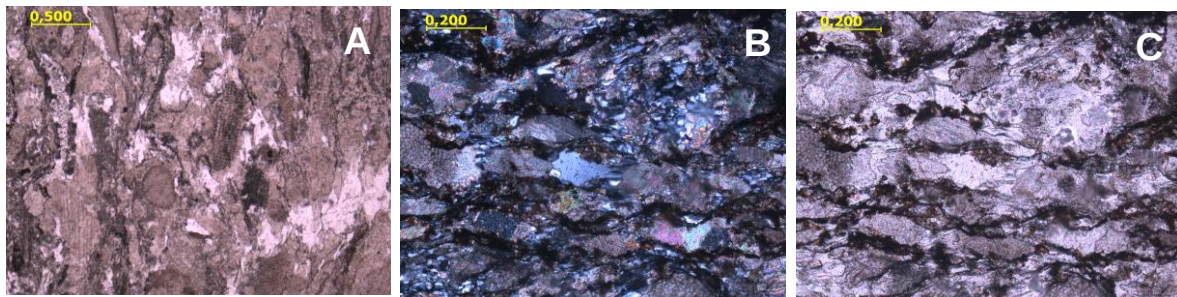


Fig. 80. Esquisto de Aroa, Muestra La-213B. A) Fragmentos de equinodermo, NP. B y C) Cristales de cuarzo y calcita y presencia de materia orgánica y óxido, NC y NP

- **Esquisto carbonático-cuarzoso-micáceo**

Roca de fábrica xenoblástica compuesta principalmente por una matriz de cristales de calcita (45%) de unos 0,25 mm de tamaño promedio y cuarzo macrocristalino (35%) con tamaño de 0,05 mm en promedio (Fig. 83A- B, 84C). Se observan micas de tipo moscovita (10%) y cristales de plagioclasa alterados a calcita y sericita así como cristales de feldespato tipo microclino alterados a micas (Fig. 83E-F, 84A- B).

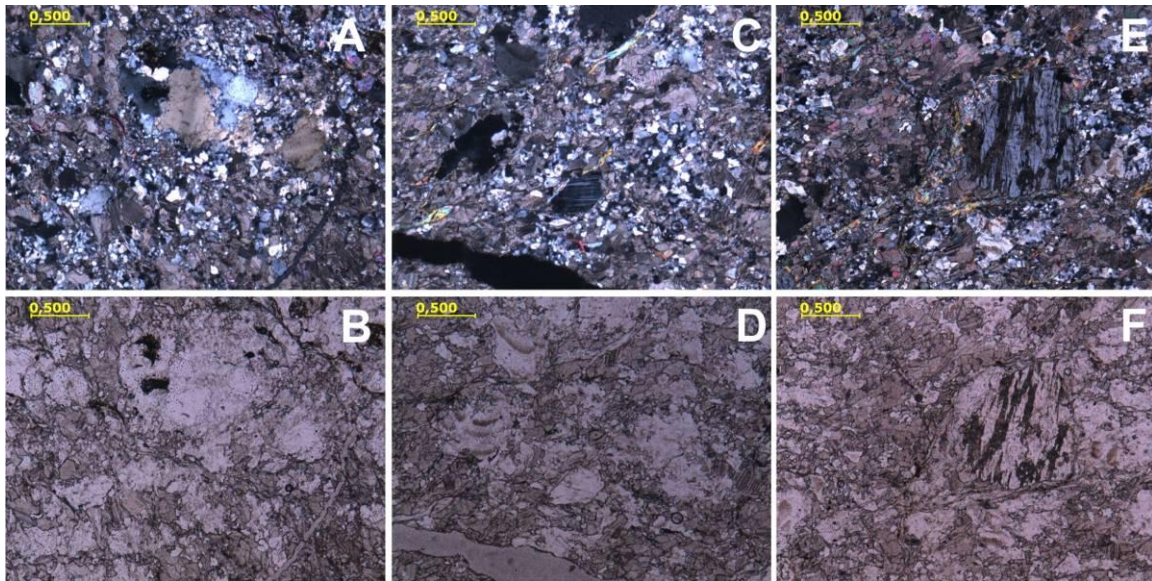


Fig. 83. Esquisto de Aroa, Muestra La-217AR. A y B) Cristales de cuarzo y calcita, NC y NP. C y D) Moscovita, cuarzo y calcita; en la esquina inferior izquierda se observa una fractura de la roca , NC y NP. E y F) Plagioclasa alterando a calcita y sericita, NC y NP.

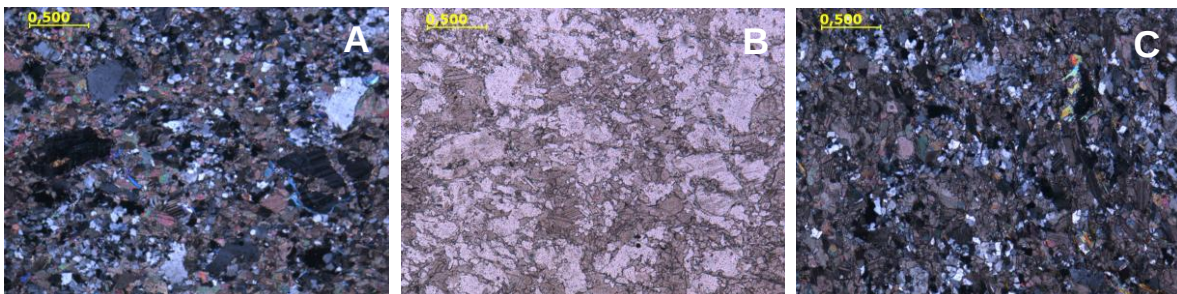


Fig. 84. Esquisto de Aroa, Muestra La-217AR. A y B) Alteraciones de plagioclasa y feldespato junto a una matriz de cuarzo y calcita, NC y NP. C) Cristales de mica, cuarzo y calcita, NC.

- **Esquisto actinolítico-epidótico-clorítico-plagioclásico**

Este es el mencionado como "Rocas Verdes" en trabajos anteriores. Roca de fábrica xenobástica compuesta principalmente por actinolita (65%), epidoto (10%), clorita (10%), plagioclasa (10%) y cuarzo (5%). La actinolita se presenta en cristales de tamaño promedio de 0,5 mm, encontrándose alineados; la clorita se encuentra formando flores en los intersticios de los cristales (Fig. 85A); el epidoto se encuentra como mineral metamórfico en cristales de 0,1 mm de largo (Fig. 85E); la plagioclasa se encuentra en cristales de tamaño promedio de unos 0,6 mm alterando a sericita en la mayoría de las veces (Fig. 86A); el cuarzo es policristalino (Fig. 86C) y se presenta en cristales de unos 0,25 mm de diámetro en promedio.

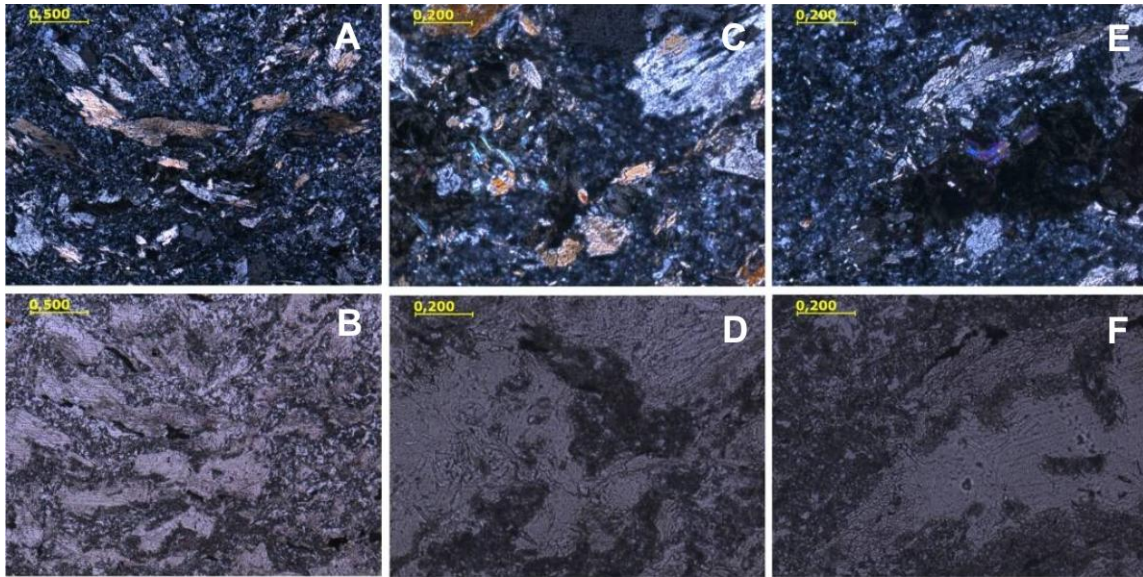


Fig. 85. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-230BR. A y B) Cristales de actinolita alineados y fracturados, NC y NP. C y D) Clorita intersticial en actinolita y plagioclase, NC y NP. E y F) Cristales de epidoto como mineral metamórfico, NC y NP.

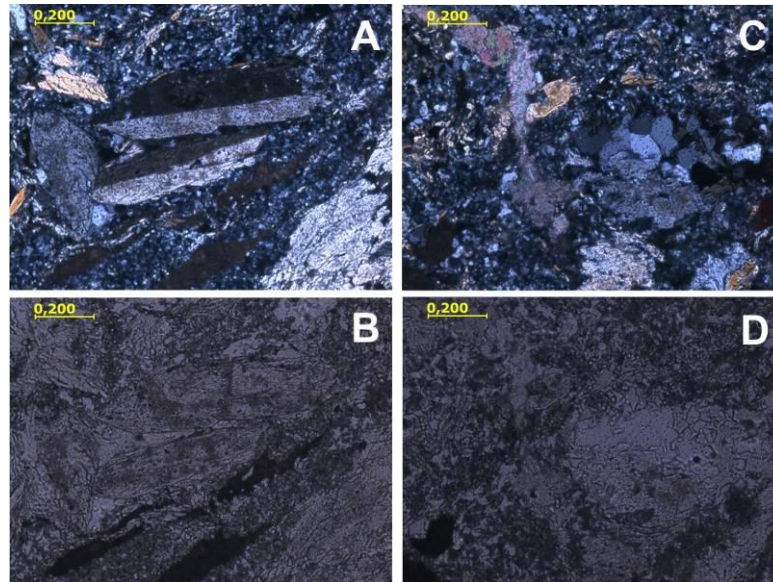


Fig. 84. Esquistos de Aroa, Muestra Ya-230BR. A y B) Cristales de plagioclase alterados, NC y NP. C y D) Fragmento de cuarzo policristalino, NC.

- **Metaconglomerado (paraconglomerado polimíctico)**

Roca en la que predominan los clastos tamaño granulo (2-4 mm) siendo el promedio de 3 mm, sin embargo también hay presencia de arena. Presenta un escogimiento medio y los clastos tienden a ser subangulares con una esfericidad baja y en la mayoría de los casos en contacto con la matriz. El contenido de clastos es de 30% de diversa composición, el contenido de matriz es de 70%, siendo mayoritariamente de granos de cuarzo y mica tipo moscovita con textura cremlada (10%) (Fig. 87C- D); el tipo de cemento predominante es de minerales carbonáticos (5%), minerales de arcilla (5%) y óxido (2%).

Entre los clastos abundan los fragmentos de cuarzo policristalino (15%), de Plagioclase tipo albita (10%) y de feldespato tipo microclino (5%). A continuación se describen los clastos encontrados en la muestra:

Clastos de cuarzo policristalino: (Fig. 88E-F) fragmento de aproximadamente 4 mm de largo subangulares con esfericidad media-baja, en contacto casi en su totalidad con la matriz.

Clastos de plagioclase: (Fig. 87C-D-E-F) fragmento de unos 3 mm de largo en la mayoría de las veces alterando a calcita redondeados de esfericidad media.

Clasto de feldespato-K (microclino): (Fig. 87A-B, 78C-D) fragmentos de 1 mm de largo en promedio con buena esfericidad y redondez. Algunos se presentan alterando a micas y se observo uno con textura peritítica.

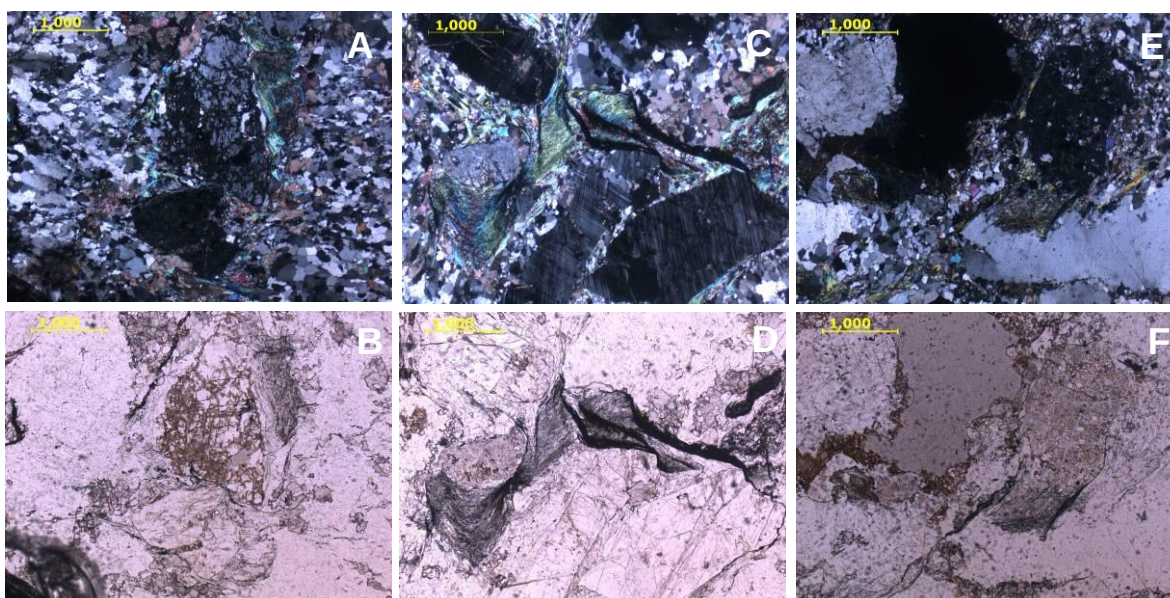


Fig. 85. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-231C. A y B) Microclino alterando a mica, NC y NP. C y D) Moscovita crenulada, microclino y fragmentos de plagioclasa, NC y NP. E y F) Fragmento de plagioclasa alterada a calcita, NC y NP.

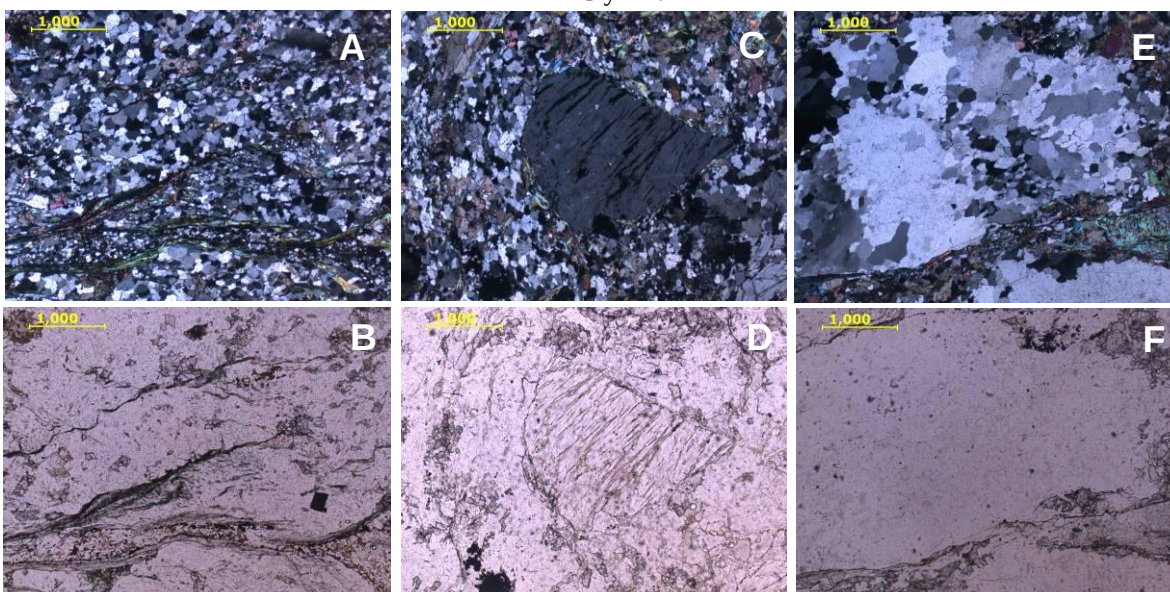


Fig. 86. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-231C. A y B) Alineación de las micas, NC y NP. C y D) Textura perítica, NC y NP. E y F) Fragmento de cuarzo policristalino, NC y NP.

Tabla 31. Tipos litológicos del Esquisto de Aroa recolectados por Ingenieros De Santis C.A..

Tipos Litológicos	Muestras	Análisis Petrográfico
Mármol	Ya-273, Ya-280	No se realizo
Esquisto cuarzo-plagioclásico-muscovítico	Ya-274	Ya-274
Chert	Ya-275	No se realizo
Esquisto carbonático-cuarzoso-feldespático	Ya-281, Ya-282, Ya-283, Ya-284	Ya-283
Esquisto grafitoso-carbonático-cuarzoso	Ya-285	No se realizo
Esquisto carbonático-actinolítico-clorítico-plagioclásico	Ya-286	Ya-286

- Esquisto cuarzo-plagioclásico-muscovítico**

Roca de fábrica xenoblástica, compuesta principalmente por cristales de cuarzo (70%), plagioclasa (20%) alterando, en algunos casos, a epidoto (Fig. 89C-D) y moscovita (10%) la cual le da la orientación a la roca (Fig. 89A-B). También se observan cristales de pirita alterada euhedrales pero a manera de trazas.

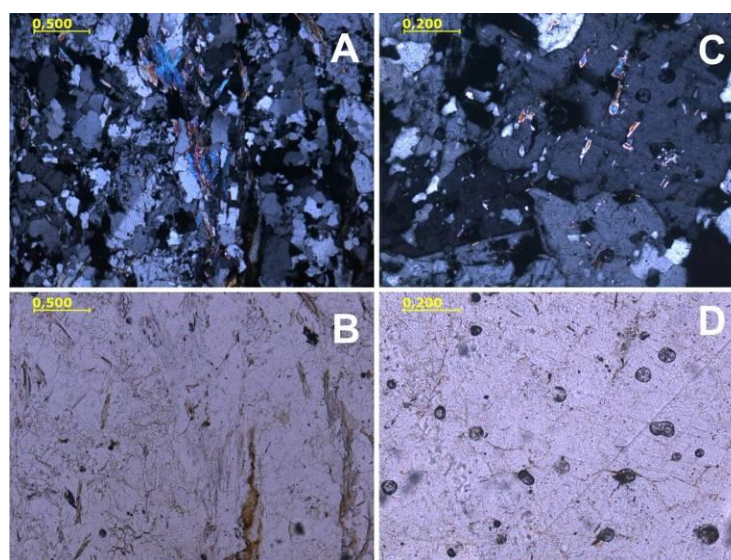


Fig. 89. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-274. A y B) Laminas de moscovita entre cristales de cuarzo, NC y NP. C y D) Plagioclasa sin macla con alteraciones de epidoto, NC y NP.

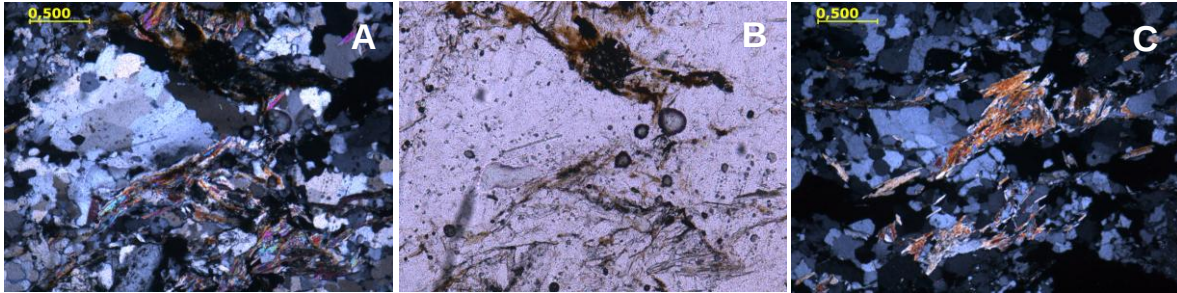


Fig. 88. Esquisto de Aroa, Muestra Ya-274. A y B) Moscovita alterando a sericita, NC y NP. C) Laminas de micas alteradas, NC.

• Esquisto cuarzo carbonático-feldespático

Roca de fabrica xenoblástica compuesta principalmente por cuarzo macrocristalino y policristalino (35%), calcita (30%) y feldespato tipo microclino (20%). El feldespato se encuentra alterando a micas y en algunos casos presenta textura perítica (Fig. 35-A,36). La calcita presenta cristales de un tamaño de 0,25 mm aproximadamente subhedrales en su mayoría bien maclados (Fig. 35-C,D). El cuarzo presenta un tamaño promedio de 0,25 mm es subredondeado y con buena esfericidad en su mayoría es macrocristalino. En menores cantidades se observan en la muestra plagioclasa (10%) alterando a calcita y epidoto y micas tipo moscovita (5%).

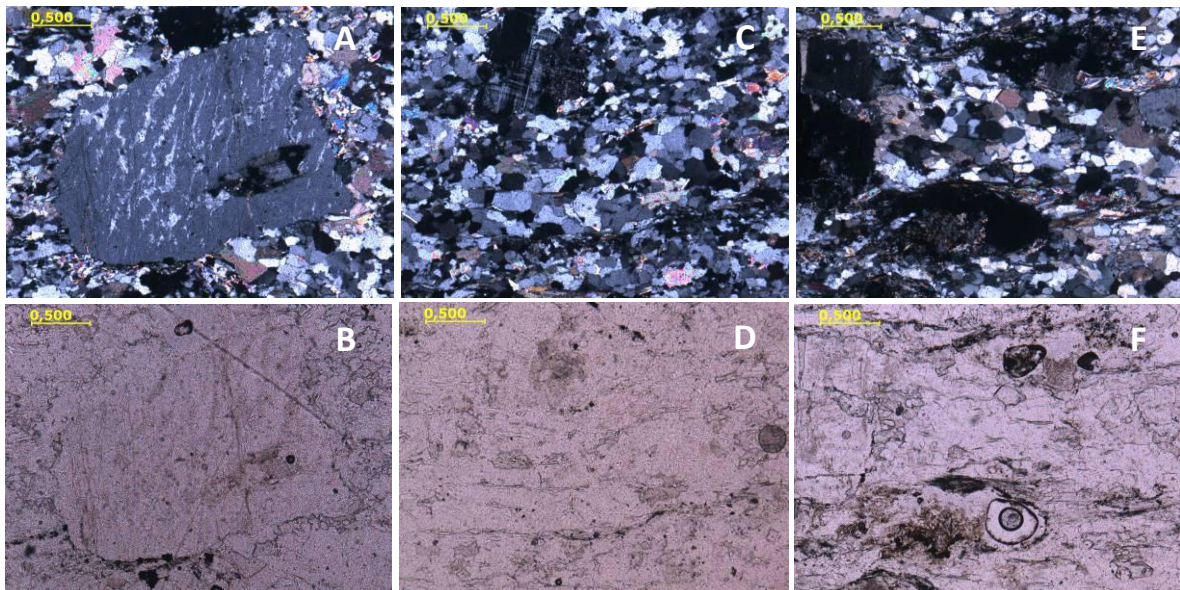


Fig. 89. Esquisto de Aroa, uestra Ya-283. A y B) Textura perítica, NC y NP. C y D) Vista general de la muestra, NC y NP. E y F) Micas y alteración del feldespato, NC y NP.

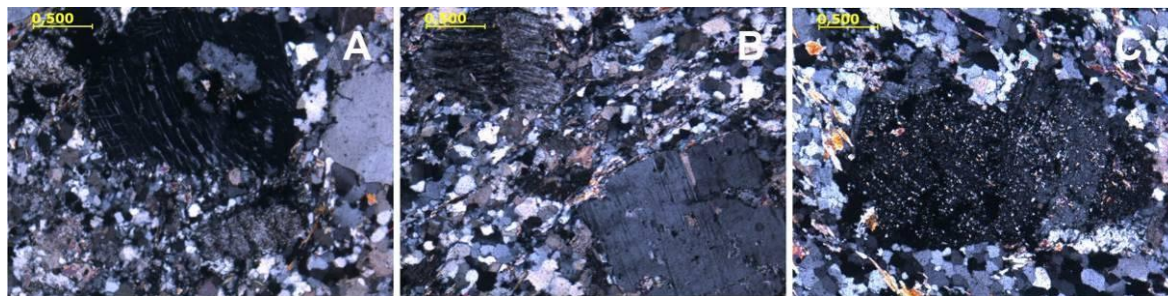


Fig. 90. Esquisto de Aroa, muestra Ya-283. A) Textura pertítica, NC. B) Plagioclasa y feldespato alterados, NC. C) Plagioclasa alterando a calcita y epidoto, NC.

- **Esquisto carbonático-actinolítico-clorítico-plagioclásico**

Roca con fábrica hipidioblástica compuesta principalmente por cristales de calcita (40%) bien maclados y de tamaño promedio 1 mm, actinolita (25%) responsable de la foliación de la roca, clorita (15%) pseudoisotrópica, plagioclasa (10%) sin maclar y alterando a epidoto, epidoto (5%) como mineral metamórfico y cuarzo macrocristalino (5%). También se observa en cantidades <1% titanita y biotita.

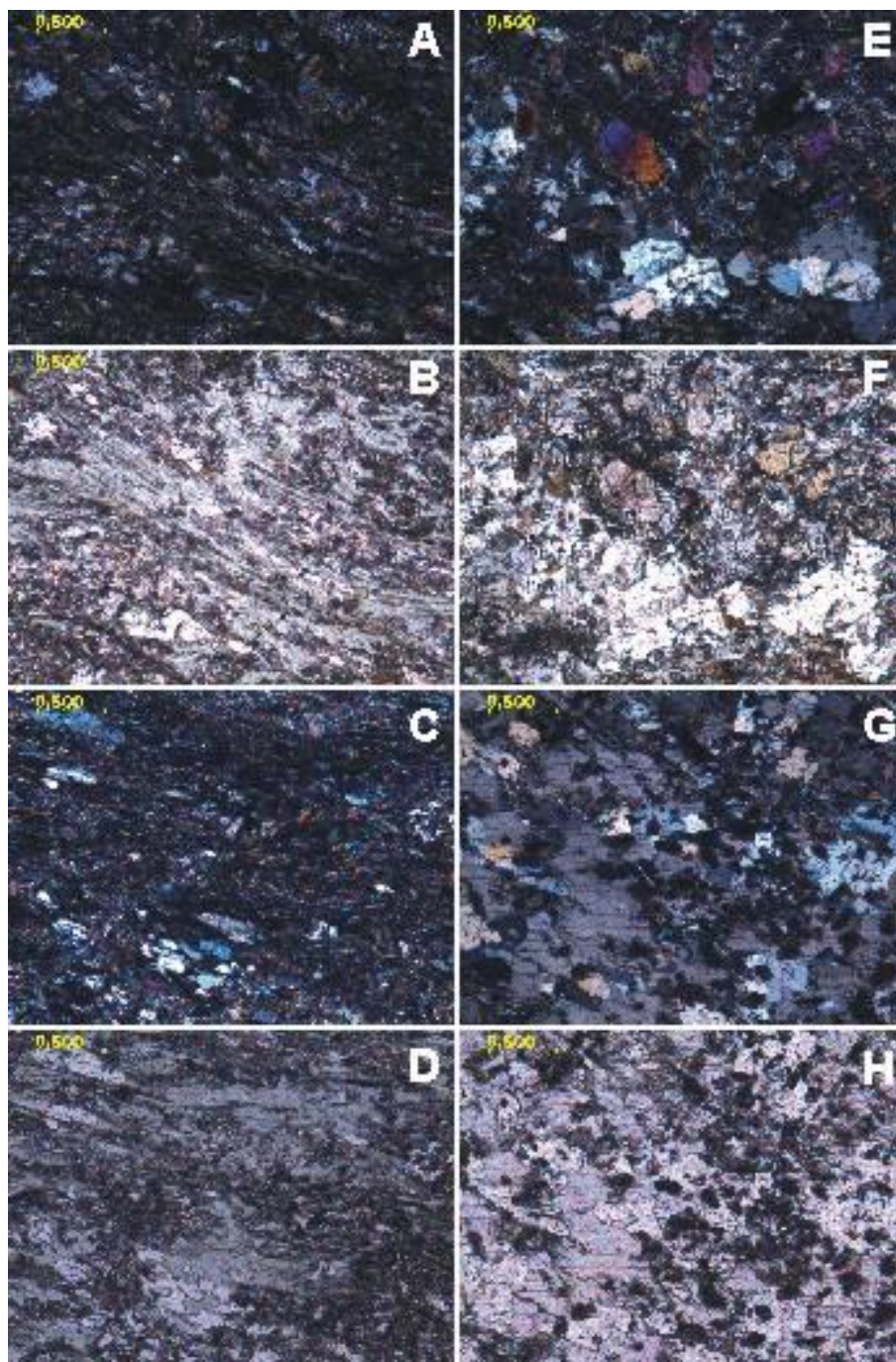


Fig. 91. Esquisto de Aroa, muestra Ya-286. A y B) Cristales aciculares de actinolita y de epidoto, NC y NP. C y D) Cristales de clorita y plagioclase, NC y NP. E y F) Cristales de epidoto metamórfico y plagioclase con alteraciones de epidoto, NC y NP. G y H) Cristales de calcita, plagioclase y epidoto, NC y NP.

Espesor

De acuerdo a BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1968) el espesor de la secuencia es difícil de estimar debido al intenso cizallamiento y plegamiento, pero estiman un espesor mínimo de 1.200 m.

Edad

Segun LEV (1970) a estas rocas se le asigna una edad Cretácico Temprano, por su posición infrayacente al Esquisto Mamey del Aptiense-Albiense (SAVIAN 1997).

URBANI *et al* (2012) realizan análisis químicos de los esquistos de Las Mercedes y Chuspita obteniendo como consecuencia, la interpretación que el Esquisto de Las Mercedes probablemente corresponde a una edad Cretácico Tardío (Cenomaniense-Campaniense), lo cual no contradice los escasos hallazgos paleontológicos previos. En consonancia con esta inferencia de edad para el Esquisto de Las Mercedes, junto con la edad paleontológica disponible para el Esquisto de Chuspita, elaboraron una tabla de correlación tentativa para unidades de diversas localidades de los estados norteros del país (Fig. 94) proponiendo que el Esquisto de Aroa tenga la misma edad que el Esquisto de Las Mercedes por correlación estratigráfica.

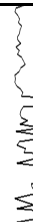
Edad	Andes	Bobare		Duaca	Araure	Caracas	Anzoátegui
Campaniense+		?		?	?	?	?
Santoniense							
Coniaciense							
Turoniense							
Cenomaniense							
Albiense	Aguardiente	*		*	*	*	
Aptiense	Apón	Carorita	Bobare	Mamey	Cojedes	Chus-pita	El Cantil
Barremiense-	Rio Negro				Agua Blanca		
					Araure		Barranquín

Fig. 92. Tabla de correlación de unidades cretácicas de diversas localidades al norte del país. Tomado de URBANI *et al.* (2011)

3.2.2.7. Serpentinita

Extensión

Forma un cuerpo elongado en dirección suroeste - noreste, en el macizo Tarana, (LOZANO & MUSSARI 2007) abarcando un 1% del área total (Fig.57). BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) señalan cuerpos de esta unidad en la quebrada El Charal al norte de Aroa, pero solo se observan rodados de este tipo de rocas.

Contacto

El cuerpo del macizo Tarana se encuentra en contacto de falla de corrimiento con el Esquisto de Aroa.

Litología

BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976) señalan que cuerpos pequeños y medianos de serpentinita y peridotita serpentinizada afloran al sur del macizo de Tarana, en las Serranías de Aroa, Nirgua y Santa María-Puerto Cabello y mencionan que estas rocas pueden agruparse en tres tipos principales:

(1) Peridotita serpentinizada, expuestas especialmente en el macizo de Tarana en afloramientos escasos y concordante dentro del Esquistos de Aroa. En superficie fresca, la roca es verdosa y marrón verdosa y al meteorizar desarrolla numerosas oquedades de disolución; su textura es granular, de grano medio a grueso. Al microscopio consiste esencialmente en antigorita con escasos vestigios de olivino y restos esqueléticos de ortopiroxenos, posiblemente enstatita, alterada a bastita, abundan las vetitas de crisotilo en todas direcciones y los carbonatos, clorita, serpofita y magnetita son frecuentes.

(2) Serpentinita, éste es el tipo más abundante, formando lentes generalmente pequeños paralelos a la foliación de las unidades de Aroa y Nirgua, frecuentemente asociados a zonas de falla y muy tectónizados. La roca es verde oliva, verde manzana y verde grisáceo moteado en marrón. Su mineralogía es simple: crisotilo, bastita, clorita y magnetita, en algunas variedades predomina antigorita, hay frecuentes vetitas de crisotilo.

(3) Serpentinita talco-carbonatada, esta variedad exhibe colores diversos con predominio de tonos verdosos. Las rocas efervescen con ácido clorhídrico. Su textura es variable: maciza, cizallada o foliada, a veces porfidoblástica, como también la mineralogía: serpentina, serpentinita talco-carbonatada, esteatita (saponita) esquistoso-clorítica y clorítica.

LOZANO & MUSSARI (2007) señalan que en el macizo Tarana aflora un cuerpo de serpentinita, emplazado tectonicamente dentro del esquistos de Aroa, cuya mineralogía representativa es antigorita + ortopiroxeno + crisotilo + talco $\pm$ magnetita y su protolito es *roca ultramáfica*.

En la quebrada El Charal ubicada al nor-oeste de Aroa el autor recolectó muestra de bloques sueltos de serpentinita, aunque no se encontraron los cuerpos aflorantes mencionados por BELLIZZIA & RODRÍGUEZ (1976). Se recolectaron 3 muestras, las cuales pueden ser observadas en la tabla 26.

Tabla 32. Tipos litológicos de Serpentinita recolectados en el tributario de la Qda. Chiquinquirá.

Tipos litológicos	Muestras	Análisis petrográfico
Serpentinita	Ya-230A, Ya-231A, Ya-231B	Ya-231A

Roca de fábrica hipidioblástica compuesta principalmente por serpentina (40%), prehnita (25%), calcita (15%), cristales de ortopiroxenos (10%) posiblemente bastita, pero el estado de alteración no permite identificar bien sus propiedades, y clinopiroxeno (10%) el cual se encuentra interdigitado con calcita.

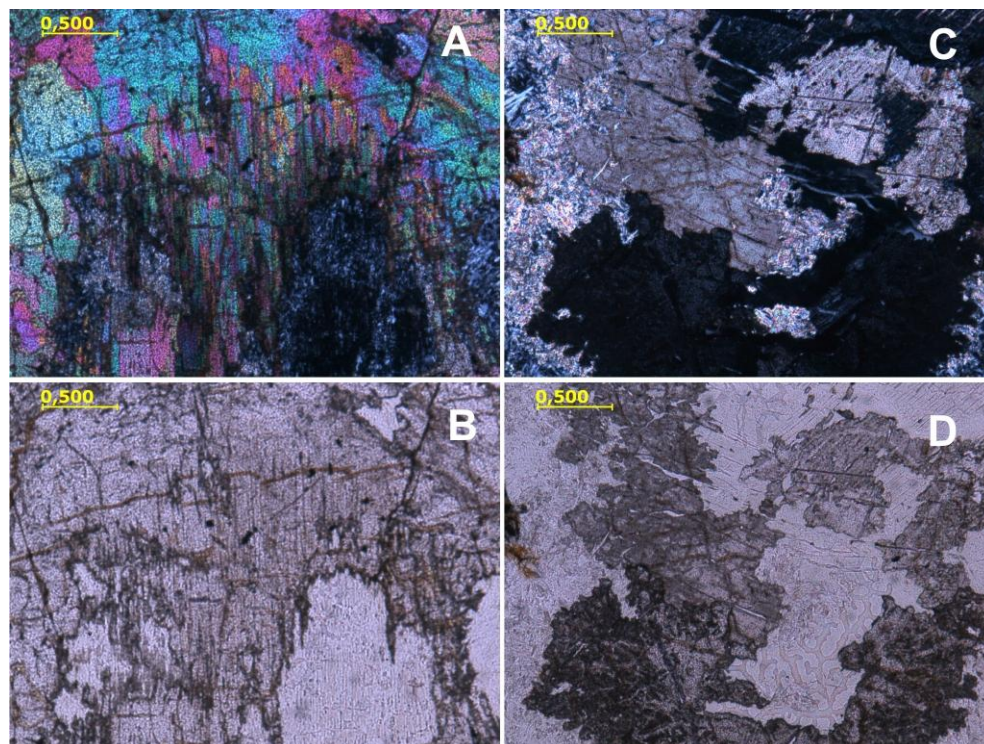


Fig. 93. Serpentinita, muestra Ya-231A. A y B) Cristales de Clinopiroxeno, NC y NP. C y D) Cristales de calcita y prehnita intercalados, NC y NP.

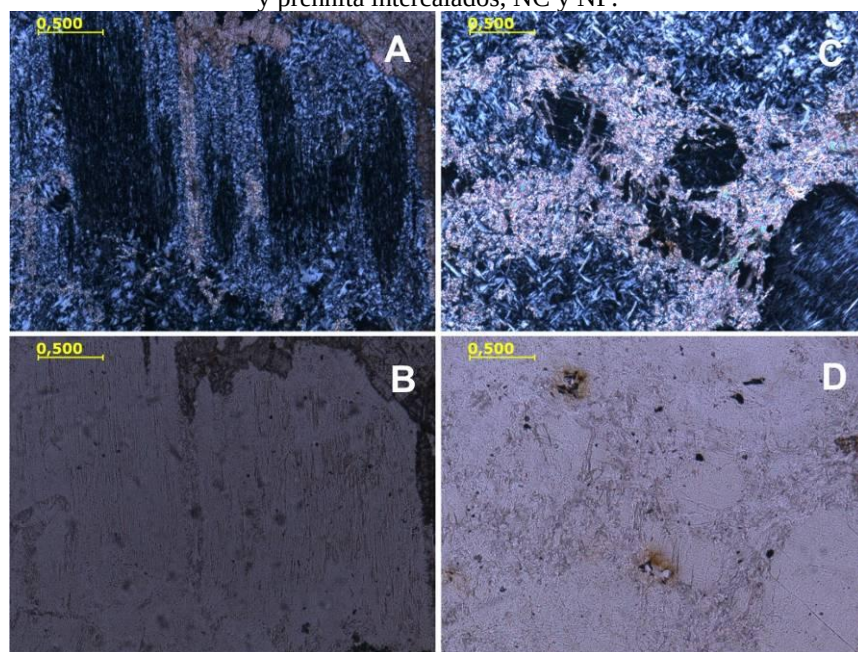


Fig. 94. Serpentinita, muestra Ya-231A. A y B) Ortopiroxeno tipo bastita alterado, NC y NP. C y D) Cristales de prehnita y serpentina intercalados, NC y NP.

3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

El área comprendida entre los poblados de Moroturo y Palmasola presentan un conjunto de estructuras que modifican y modelan la zona. Como estructuras principales tenemos a las fallas de alto ángulo, tanto activas como inactivas, las cuales son las que más abundan en la región; en segundo lugar tenemos los corrimientos, los cuales se presentan como contactos entre litologías y como reajustes de la cuenca de Aroa en donde las unidades más antiguas sobrecorren a las unidades cuaternarias, producto de la tectónica que afecta la región; y en último lugar las estructuras dúctiles, los pliegues, los cuales son poco abundantes en el área.

3.3.1. Fallas de corrimiento

Se presentan de dos tipos: los corrimientos que ponen en contacto unidades litológicas y las que corresponden al reajuste de la cuenca de Aroa.

Las primeras se presentan con magnitudes, orientaciones y sentidos diferentes; un grupo se observa en las zonas adyacentes al poblado Las Guabinas como grandes fallas de 5 a 15 km de largo con orientación suroeste-noreste (Fig. 95), y con sentido sureste, con excepción de una que va paralela a la quebrada Chiquinquira que se presenta con orientación norte-sur y con sentido este, pero asociada a este mismo conjunto de fallas. Estas se encuentran limitando a los esquistos de Aroa y Mamey, y a su vez poniendo en contacto estas dos unidades con la Formación Matatere, esta última presentándose en forma de cuña dentro de las dos unidades metamórficas. Al norte de Socremo, específicamente en el macizo de Tarana se observa un corrimiento interno en el Esquisto de Aroa el cual pone en contacto unas subunidades de la anterior de filita y de esquisto y mármol. A su vez interno dentro de la subunidad de esquistos y mármol, en contacto de falla se halla un cuerpo alargado en forma de cuña de serpentinita, limitado por dos corrimientos, con la misma orientación y sentido de las anteriores. En la zona al este de El Hacha el Esquisto de Aroa se encuentra sobrecorrido con el Complejo Nirgua; dentro de este complejo se ubica otro corrimiento de unos 5 km aproximadamente, cercano al río Crucito con una orientación próximo a la oeste-este pero con el mismo sentido, este no pone en contacto ninguna unidad.

El otro grupo de fallas de corrimiento se puede ubicar en los macizos de La Zurda y Salsipuedes y están representados por fallas de 1 a 5 km de largo de orientación oeste-este y

con sentido sur. En el macizo La Zurda las fallas sobrecorren dos pequeños cuerpos de la Formación La Luna con el Complejo Yumare y en el macizo Salsipuedes sobrecorren a la Formación Matatere con la misma unidad anterior.

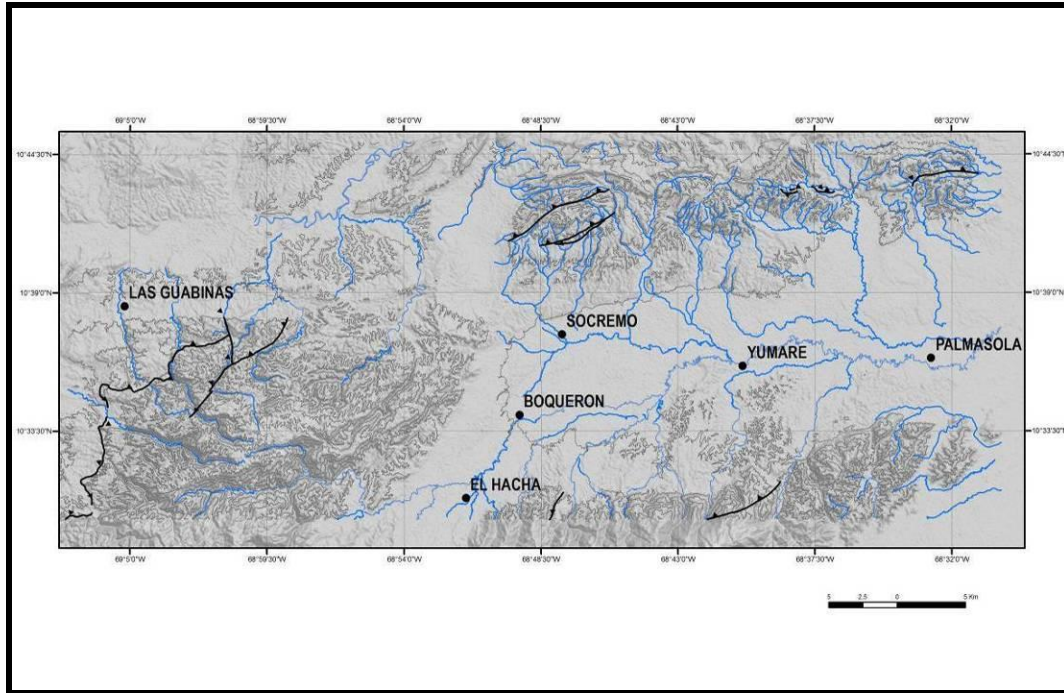


Fig. 95. Fallas de corrimiento en la zona de estudio.

En el valle de Aroa y la región de Moroturo podemos ubicar el otro tipo de corrimientos, pero en este caso son fallas neotectónicas y ponen en contacto las unidades más antiguas con las unidades cuaternarias. En ambas zonas se encuentran prácticamente rodeando el valle (Fig. 96).

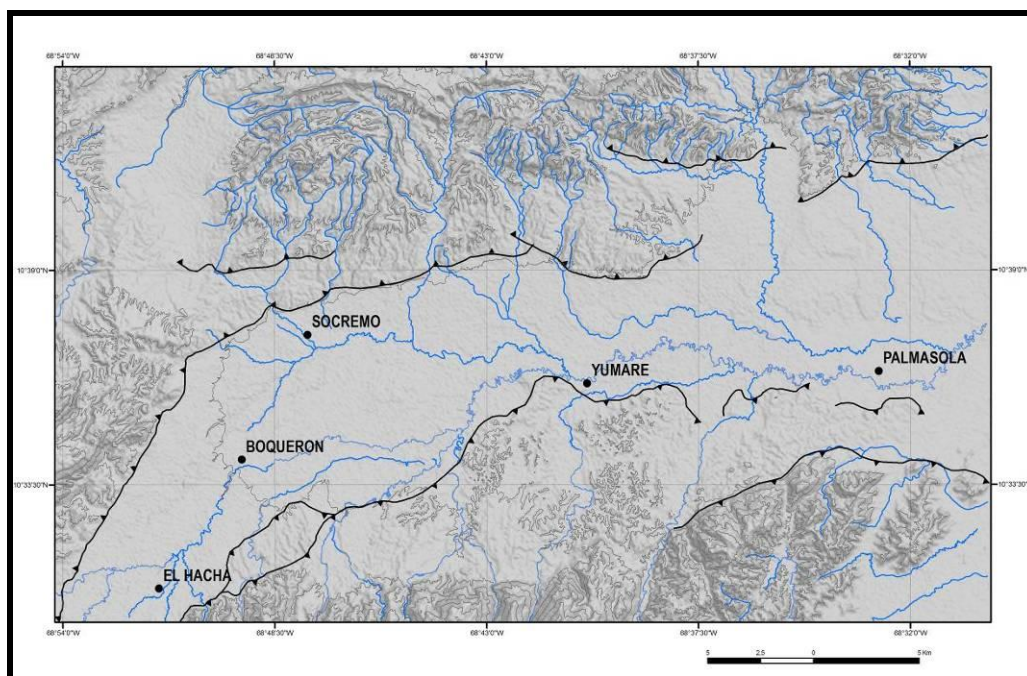


Fig. 96. Fallas de corrimiento neotectónicas en el valle del río Aroa.

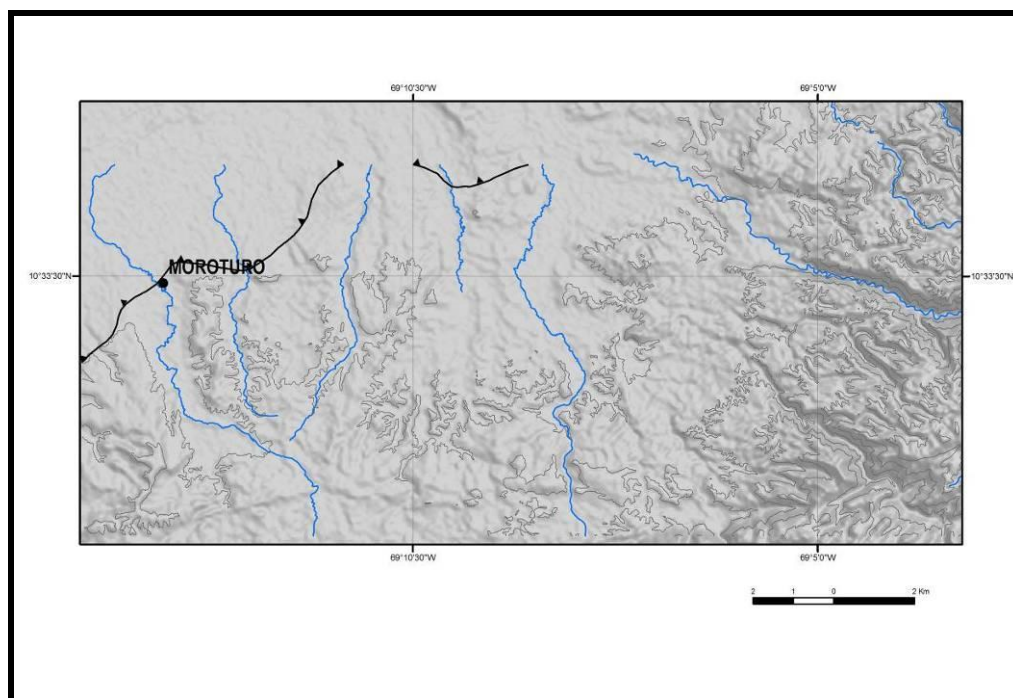


Fig. 97. Fallas de corrimiento neotectónicas cercanas al poblado de Moroturo.

3.3.2. Fallas de alto ángulo

Se encuentran ubicadas principalmente en la serranía de Agua Fría y en el valle de del río Tocuyo, aunque en los macizos ubicados al norte de Yumare y en el flanco norte de la serranía de Aroa se observan varias fallas de este tipo. Están distribuidas en tres sistemas: unas se encuentran con orientación noroeste-sureste, otras suroeste-noreste y otras nornoroeste-sursureste; en algunos casos se encuentran conjugados y en otros separados. Todas son de gran extensión, aproximadamente entre 5 y 30 km.

El primer sistema está asociado a la falla Oca-Ancón, la cual surca la parte norte de la zona de estudio exactamente al norte del sector Caño Negro, y a la cual están conjugadas todas las fallas que presentan esta misma orientación, aproximadamente $N70^{\circ}W$; la misma presenta una extensión aproximada de 8 km. y un movimiento dextral. No se observan desplazamiento de las unidades terciarias y cuaternarias que se presentan en esta zona, AUDEMARD (1993) coloca este sistema de Oca-Ancon como inferido ya que en algunos casos no se sabe con certeza si estas fallas segmentan estas unidades. Este sistema corta a las fallas de corrimiento ubicadas en esta zona.

El segundo sistema contiene fallas de 30 a 2 km de longitud con un rumbo aproximado de $N45^{\circ}E$; estas fallas se presentan con mayor densidad en el flanco este de la serranía de Agua Fría. Presentan un paralelismo con el sistema de falla de Bocono. Resalta una gran falla que corta prácticamente de forma transversal a la serranía de Agua Fría. En algunos casos estas fallas se presentan como contacto entre las unidades ubicadas en esta zona.

El tercer sistema se confina principalmente a los macizos al norte de Yumare; poseen una orientación aproximada de $N20^{\circ}W$. Este sistema corta la unidades sedimentarias ubicadas en esta zona y en algunos casos delimita los contactos entre las unidades del Complejo Yumare y las unidades sedimentarias terciarias.

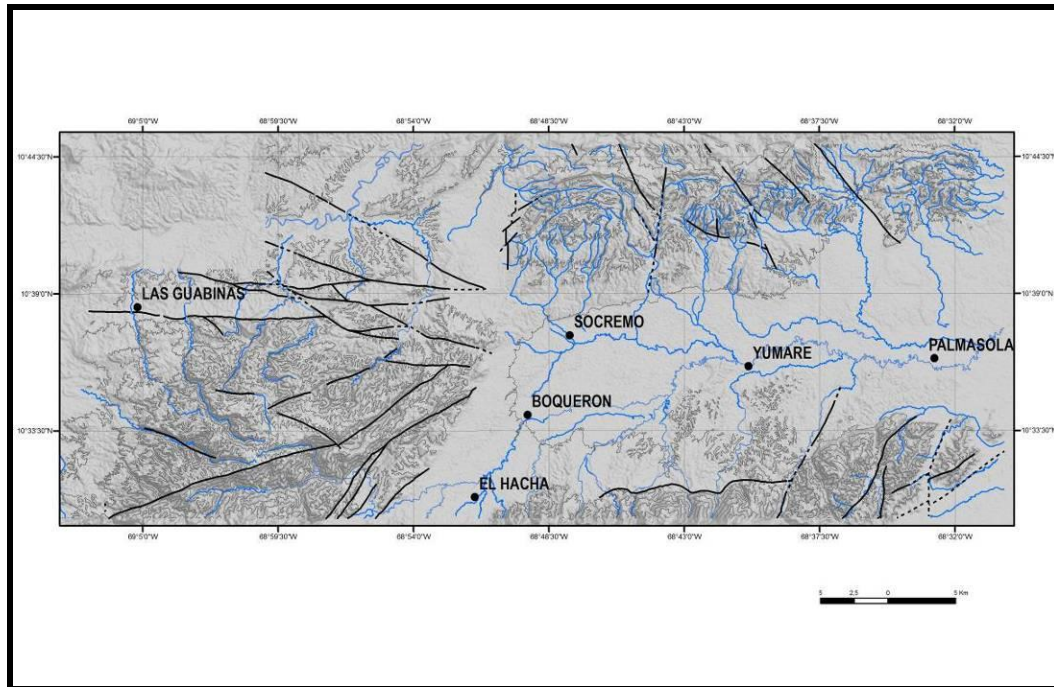


Fig. 98. Fallas de ángulo alto presentes en la zona de estudio.

3.3.3. Pliegues

Existen muy pocos pliegues en la zona de estudio. Sólo se aprecian dos áreas donde hay un cumulo de estas estructuras.

En el sector ubicado al este del río tocuyo al norte del área de estudio, se hallan un conjunto de sinclinales y anticlinales con una orientación $N45^{\circ}E$ con ejes de unos 5 a 10 km de largo relativamente rectos y continuos.

En el flanco este de la serranía de Agua Fría se observan unos sinclinales y anticlinales inferidos asociados al sistema de fallas de alto ángulo observados en el sector y descrito anteriormente. Presentan una orientación $N45^{\circ}E$ con ejes de unos 5 a 10 km de largo. Se presentan deformados variando su rumbo y segmentados.

En el flanco norte del macizo Tarana se observan un conjunto de sinclinales y anticlinales de unos 2 km de largo aproximadamente con orientación $N35^{\circ}E$, y en la zona al norte de Las Guabinas se observa un anticlinal y un sinclinal que presenta la misma orientación de los descritos anteriormente, en cuyo sinclinal aflora la Formación Cueparo. En la figura puede observarse la distribución de pliegues en la región.

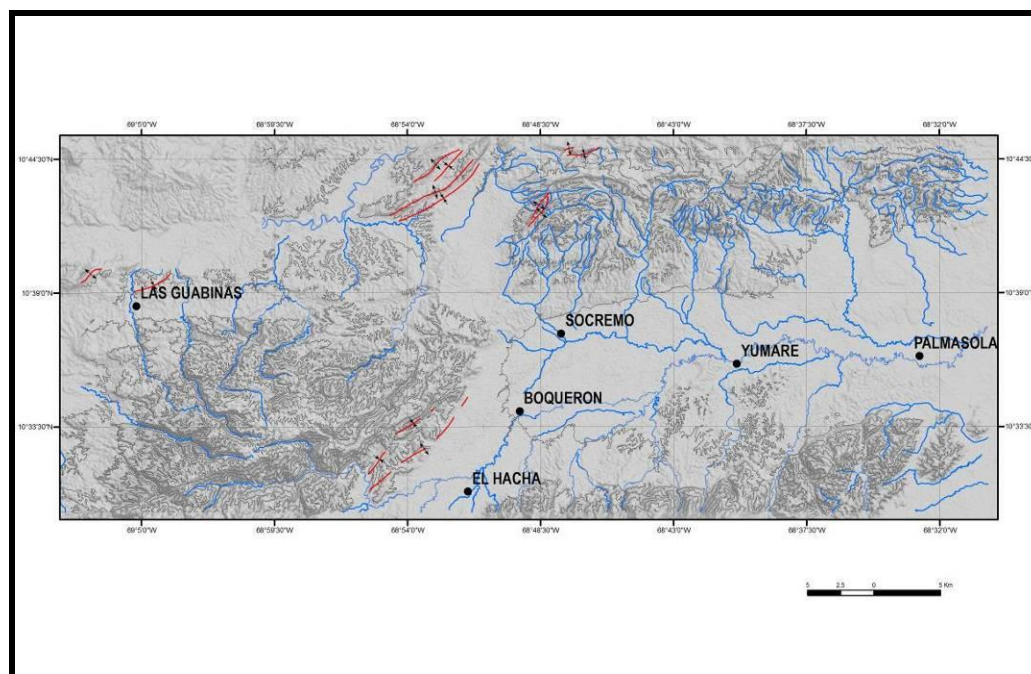


Fig. 99. Pliegues presentes en la zona de estudio.

4. INTERPRETACIONES Y DISCUSIONES

En este capítulo se incluirán las interpretaciones que surgen a partir del análisis petrográfico de las muestras recolectadas por el autor en las quebrada Sanchón, Charo Grande, Las Guabinas y El Charal, así como de las muestras recolectadas por la empresa Ingenieros De Santi S.A. y de las muestras analizadas en trabajos previos en la zona, y la recopilación cartográfica de la zona Moroturo – Palmasola.

4.1. INTERPRETACIONES PETROGRÁFICAS

4.1.1. Serpentinita

- Serpentinita: serpentina + prehnita + calcita $\pm$ ortopiroxeno $\pm$ clinopiroxeno

Está compuesta principalmente por serpentina a veces con relictos de olivino. El ortopiroxeno se presenta muy alterado lo cual dificulta su identificación. La prehnita se encuentra como mineral metamórfico y se encuentra intercalado con la serpentina.

Las alteraciones de los minerales principales de la roca son producidas por metasomatismo. La presencia de prehnita como mineral secundario indica un metamorfismo de bajo grado correspondiente a la facies de prehnita-pumpelita.

4.1.2. Complejo San Quintín

Se describió un tipo litológico de esta unidad en uno de los tributarios de la quebrada Chiquinquirá en el sector Caño Negro.

- Metatoba: Plagioclasa + clinopiroxeno + clorita + prehnita $\pm$ calcita

Están compuestas principalmente por fenocristales de plagioclasa, en la mayoría de los casos alterados por microagregados de sericita, calcita y epidoto, son más abundantes en la mayoría de las muestras aunque que su tamaño varía de 0,5 a 0,1 mm. La clorita se presenta como textura intersticial entre los fenocristales de plagioclasa, probablemente como alteración de vidrio volcánico. Los clinopiroxenos se encuentran muy fracturados al igual que las

plagioclasas y en algunos casos se presentan como agregados de pequeños cristales de 0,1 mm de tamaño promedio. La prehnita se presenta como mineral metamórfico intercalado con minerales como la clorita y en algunos casos como vacuolas.

Todas estas características petrográficas coinciden con las descripciones hechas por BELLIZZA & RODRÍGUEZ (1976) acerca de las tobas del Complejo San Quintín ubicadas en los macizos de Yumare y que se intercalan con las rocas del Complejo Yumare.

La presencia de minerales secundarios como la clorita y la prehnita indican un metamorfismo de bajo grado correspondiente a la facies de prehnita-pumpelita.

4.1.3. Esquisto de Mamey

Se describieron tres tipos litológicos de esta unidad en la quebrada Las Guabinas: metaconglomerado, filita grafitosa y pizarra grafitosa-cuarzosa.

- Metaconglomerado: (micas y clastos de arenisca feldespática y cuarzo)

Las rocas de esta unidad tienen un alto contenido de grafito indicativo de que fue depositada en una cuenca anóxica con gran aporte de materia orgánica. Presentan una buena foliación indicativo de un bajo grado metamórfico.

Los metaconglomerados presentan alineación y textura crenulada de las micas aspectos importantes para señalar que la roca sufrió varias fases de deformación, aunque los fragmentos de gran tamaño que la componen no se encuentran cizallados. Los contactos entre la matriz arcillosa son longitudinal y cóncavo convexo, corroborando el hecho de que la roca fue sometida a presión aunque todavía conserve la textura reliquia de su roca original.

Los sedimentos de la cuenca fueron metamorfizados posteriormente a los distintos tipos litológicos encontrados. El metamorfismo regional probablemente corresponde a la facies de pre-esquistos verdes.

4.1.4. Esquisto de Aroa

Se describieron seis tipos litológicos en las quebradas Guararido y Charo Grande: pizarra grafitosa-cuarzosa, mármol, esquisto grafitoso-carbonático-micáceo, esquisto carbonático-cuarzoso-micáceo, esquisto actinolítico-epidótico-clorítico-plagioclásico y metaconglomerado.

- Esquisto carbonático-cuarzoso-micáceo: calcita + cuarzo + moscovita $\pm$ plagioclasa $\pm$ sericita $\pm$ grafito
- Esquisto actinolítico-epidótico-clorítico-plagioclásico: actinolita + epidoto + clorita + plagioclasa $\pm$ cuarzo $\pm$ grafito
- Metaconglomerado (Moscovita y clastos de cuarzo, plagioclasa y microclino)
- Mármol: calcita + cuarzo $\pm$ hematita $\pm$ pirita $\pm$ grafito

Las rocas de esta unidad en su mayoría son carbonáticas, los sedimentos originales fueron argiláceos y el alto contenido de grafito indica la depositación en una cuenca anóxica con gran aporte de materia orgánica.

El mármol presenta gran cantidad de fragmentos de equinodermos muy redondeados, posiblemente la calcita sea con alto contenido de Mg la cual conserva muy bien los fósiles aunado a una muy baja fase de metamorfismo. El ambiente de depositación fue muy somero, expuesto a un nivel freático debido a la presencia de cemento sintaxial. Presenta estiliolitas efectos de la presión- solución indicativo de que fue expuesta a grandes profundidades posterior a su depositación; posteriormente levantado expresado por la presencia de óxido. Esta roca se encontró como un lente dentro de los esquistos grafitosos.

Los clastos de los metaconglomerados se observan muy redondeados y de buena esfericidad aunque muy mal escogidos; se observa un predominio de la matriz arenosa en toda la muestra la cual presenta un alineamiento preferencial. La moscovita se observa con textura crenulada indicativo de varias facies de deformación, aunque en algunas partes muestra bandeamientos a manera de foliación.

En las rocas donde se observa el epidoto se presenta como mineral metamórfico y no como alteración.

Se describieron 5 tipos litológicos de esta Formación en las muestras recolectadas por la empresa Ingenieros Di Santis C.A.: esquisto cuarzo-plagioclásico-muscovítico, chert, esquisto cuarzoso-carbonático-feldespático, esquisto grafitoso-carbonático-cuarzoso y esquisto carbonático-actinolítico-clorítico-plagioclásico

- Esquisto cuarzo-plagioclásico-muscovítico: cuarzo + plagioclasa $\pm$ moscovita $\pm$ pirita

- Esquisto cuarzoso-carbonático- feldespático: cuarzo + calcita + microclino $\pm$ ortosa
- Esquisto carbonático-actinolítico-clorítico-plagioclásico: calcita + actinolita + clorita + plagioclasa $\pm$ epidoto $\pm$ cuarzo $\pm$ biotita $\pm$ titanita

Las rocas que contienen minerales de coloración verde son las que se concideran en la bibliografía "Rocas verdes de Aroa", que en este caso fueron recolectadas como rodados y no tomadas directamente de un afloramiento, el cual no fue observado en las quebradas estudiadas. estas rocas son muy semejantes a las rocas verdes del Esquisto de Tacagua del estado Vargas (NAVARRO *et al.* 1988).

Los sedimentos de la cuenca fueron metamorfizados posteriormente a los distintos tipos litológicos encontrados. El metamorfismo regional corresponde a la subfacies cuarzo-albita-muscovita-clorita de la facies del esquisto verde.

4.1.5. Formación Matatere

Se describieron cuatro tipos litológicos de esta Formación en la quebrada Sanchón: grauvasa cuarzosa, grauvasa feldespática, paraconglomerado polimíctico y ortoconglomerado polimictico.

Grauvaca

Las areniscas se caracterizan por estar compuestas principalmente por granos de cuarzo, lo que la otorga a la roca estabilidad química y mecánica. También presentan un alto contenido de matriz de minerales de arcilla, la cual en muchos casos estaba ilitizada.

En la mayoría de los casos las lutitas se encuentran intercaladas con las areniscas absorbiendo parte de la compactación a la que fueron sometidas estas rocas. Este aspecto se ve reflejado en el alineamiento que se observa en los minerales de arcilla que la componen aspecto que no se ve expresado en las arenas, como el tipo de contacto el cual es grano-matriz y puntual en muchos casos, dando una falsa percepción de la compactación. Esta compactación en las lutitas genera fluidos enriquecidos en cationes de K^+ debido a la deshidratación de los minerales de arcilla contenidos en las lutitas, posiblemente del tipo esmectita, y que pasan atreves de la arenisca facilitando la ilitización como producto de una diagénesis tardía.

El tamaño de los granos en los dos tipos de arenisca es muy parecido, presentando un buen escogimiento, con granos subredondeados y de esfericidad media, indicativo de que la fuente de aporte se encontraba a una distancia considerable de la cuenca de depositación.

Conglomerado

Los conglomerados están compuestos por diferentes tipos de cantos de variadas composiciones, lo que le otorga una inestabilidad química y mecánica a la roca. Los clastos presentan un escogimiento medio, redondeados y de esfericidad media-alta, lo que al igual que las arenas indica que las fuentes de aporte se encontraban a una distancia considerable al surco donde ocurrió la depositación.

Los clastos de composición ígnea se presentan muy alterados y en algunos casos no se identifican los minerales que lo componen.

La matriz en su mayoría es de cuarzo y minerales de arcilla del tipo illita-esmectita, mientras que la cementación es de minerales de arcilla y de sobrecrecimientos de cuarzo, aunque en los clastos de composición ígnea presentan un cemento de óxido y materia orgánica. Todas estas características sugieren que estas rocas presentan una etapa diagenética de intermedia a tardía.

Tabla 33. Facies metamórficas en las unidades estudiadas.

Unidad metamórfica	Mineralogía	Facies metamórfico
Esquisto de Aroa	Grafito, cuarzo, cuarzo, calcita, epidoto, actinolita, clorita, feldespato, clinozoisita, zoisita	Subfacies de cuarzo-albita-muscovita-clorita de la facies de esquisto verde.
Esquisto de Mamey	Grafito, cuarzo, moscovita, calcita, feldespato, sericita.	Facies pre-esquisto verde.
Complejo San Quintín	Plagioclasa, clorita, prehnita, clinopiroxeno, calcita.	Facies del esquisto verde sobrepuesta a un metamorfismo regional en la facie prehnita-pumpellita.
Complejo Nirgua	Anfibol, epidoto, granate, feldespato-K, moscovita, grafito, tremolita, albita, calcita, cuarzo.	Alta P-baja T (facies de esquisto azul)
Complejo Yumare	Cuarzo, epidoto, clorita, actinolita, horblenda, ortopiroxeno, clinopiroxeno, microclino, plagioclasa, biotita, moscovita, zircón, titanita, apatito.	Facies de la granulita que ha sido sobrepuestas por un metamorfismo regional del ciclo Caribe, en la facies del esquisto verde (clorita y biotita).
Complejo San Julián	Cuarzo, feldespato, plagioclasa, epidoto, clorita, calcita, anfíbol, biotita, moscovita, granate, actinolita, horblenda.	Facies de los esquistos verdes, zona de la biotita y el almandino

4.2. INTERPRETACIONES CARTOGRÁFICAS

La variedad de unidades que afloran, la relación estratigráfica entre ellas y la variedad de edades que presentan, indican la complejidad estructural de la zona de estudio. La cartografía generada muestra el presente geológico del área, y está construida con base en las interpretaciones realizadas por diversos autores y el trabajo de campo realizado en este proyecto.

Las unidades más antiguas corresponden a una edad Precámbrica (Complejo de Yumare) y se encuentran generalmente sobrecorridas por las rocas de edad Cretácica y del Paleoceno-Eoceno (formaciones La Luna y Matatere, respectivamente). Estas rocas son alóctonas a la cuenca de deposición, traídas a la misma por el mismo proceso que emplazó las Napas de Lara hacia el sur (MUSSARI & LOZANO 2007, BAQUERO *et al.* 2009).

Los esquistos de Mamey y Aroa son unidades muy parecidas en campo basando sus diferencias principalmente en la foliación de las mismas, ya que el Esquisto de Mamey es más pizarroso que el Esquisto de Aroa el cual se encuentra más filítico - esquistoso. En la zona se encuentran en contacto de falla de corrimiento Mamey sobre Aroa, lo cual difiere con la edad que presenta la literatura la cual coloca al Esquisto de Aroa suprayacente a el Esquisto de Mamey.

URBANI *et al.* (2012) proponen que el Esquisto de Las Mercedes se formó a partir del metamorfismo de una unidad depositada en el Cenomaniense - Campaniense. Esta unidad junto con el Esquisto de Chuspita, infrayacente y con presencia de amonites desarrollados en el tope, pueden ser correlacionados con las unidades del Esquisto de Aroa y Mamey, el cual también presenta amonites desarrollados en el tope, tanto por su contenido fosilífero como por sus características litológicas similares (Fig. 100). Esto confirma que la disposición de estas unidades en la zona es producto del emplazamiento de las mismas por los eventos que dieron origen a las Napas de Lara, que al momento de su formación estas se sobrecorrieron una con la otra quedando invertidas en su relación cronoestratigráfica.

Edad	Andes	Bobare		Duaca	Araure	Caracas	Anzoátegui
Campaniense+		?		?		?	
Santoniense		Barquisimeto		Aroa			
Coniaciense							
Turonense					Mapuey		
Cenomaniense					*		
Albiense	Aguardiente	*		*	Cojedes		El Cantil
Aptiense	Apón	Carorita	Bobare	Mamey	Agua Blanca		
Barremiense-	Rio Negro				Araure		Barranquín

Fig.100 . Propuesta de Correlación entre unidades y metasedimentarias de la región norte y occidente del País.
Tomado y modificada de URBANI *et al.* (2012).

Abreviaturas= * : Presencia de amonites desenrollados. Campaniense+: Campaniense o más joven, Barremiense-: Barremiense o más viejo. Edades aproximadas de las unidades según lo indicado en las entradas respectivas publicadas en SCHERER (1997), a excepción de los esquistos de Aroa y Las Mercedes. Los perfiles incluidos en algunas casillas corresponden a la variación del elemento V (en ppm).

La Formación Matatere de edad Paleoceno-Eoceno es una unidad sedimentaria tipo flysch. En la quebrada Sanchón, se observaron afloramientos de capas de arenisca con niveles conglomeráticos y alternancias monótonas de areniscas y lutitas, en el que las lutitas se presentaban pizarrosas, las arenas muy masivas y los conglomerados se observaron en algunos casos cizallados. Esta unidad se encuentra interdigitada por fallas de corrimiento con los esquistos de Mamey y Aroa (Fig.101) como producto del emplazamiento de estas unidades, explicado anteriormente, diacrónicamente con la depositación de la Formación Matatere en el Surco de Barquisimeto, estando expuesta a grandes esfuerzos compresivos los cuales se ven reflejado en las observaciones de campo. Este cuerpo puede ser denominado como Matatere III según la división propuesta por STEPHAN (1982).

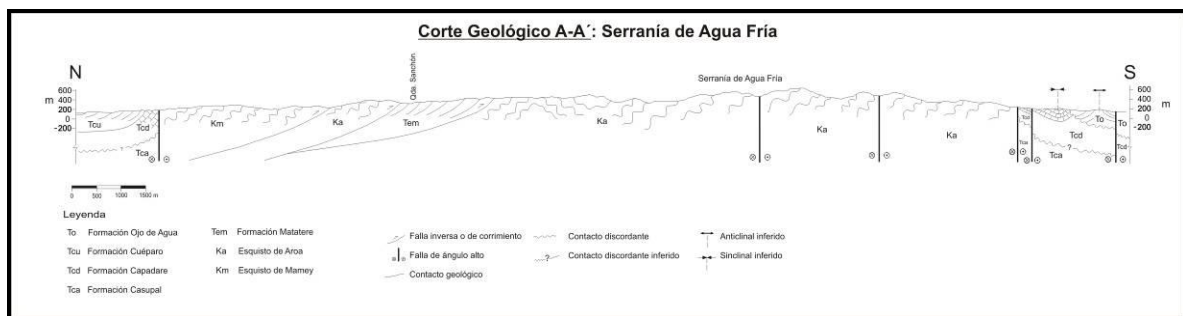


Fig. 101. Sección geológica mostrando los contactos y corrimientos entre las unidades en la Serranía de Agua Fría..

El estudio de conglomerados de la Formación Casupal en la quebrada Aguacate en el macizo La Zurda revela que está conformada por clastos de rocas metamórficas de tipo esquisto y sedimentarias tipo caliza, así como de grandes clastos de cuarzo embebidos en una matriz carbonática. Estas litologías revelan que las rocas fuentes de estos sedimentos fueron probablemente el Complejo Yumare, el Esquisto de Aroa y la Formación La Luna, que para el momento que ocurrió la depositación de esta unidad estaban expuestos a la meteorización.

En la zona se pueden presenciar tres discordancias principales. La primera es de edad post-Eoceno, y está definida con la depositación de la Formación Casupal sobre el Complejo Yumare, Complejo San Quintín y el Esquisto de Aroa; la segunda, probablemente de edad Oligoceno-Mioceno Temprano, es desarrollada entre las Formación Capadare y todas las unidades infrayacentes a esta que se ubican al norte de la zona de estudio; la tercera de edad post-Mioceno se encuentra marcada entre las formaciones Capadare, Cueparo y Ojo de Agua siendo esta última la que yace discordante sobre las anteriores.

Existen tres tipos de estructuras principales: fallas de corrimiento, fallas de ángulo alto y pliegues. Las fallas de corrimiento en los contactos de las unidades metamórficas, están asociadas con el emplazamiento de las mismas en la zona continental por los mismos eventos que produjeron las Napas de Lara. Las fallas de alto ángulo y pliegues que presentan orientación este-noreste y este-oeste en su mayoría, afectan a las unidades del Mioceno y Plioceno, estas están asociadas con el proceso de inversión de la cuenca de Falcón a partir del Mioceno medio (BOESI & GODDARD 1991, BAQUERO *et al.* 2009). AUDEMARD *et al.* (1998) reportan la presencia de fallas neotectónicas de corrimiento, en los valles de Moroturo y Aroa, los cuales sobrecorren a las unidades más antiguas sobre los sedimentos cuaternarios; también menciona fallas de alto ángulo que cortan hoy en día a toda la secuencia depositada.

Tabla34. Esquema de depositación de las unidades litológicas tomando en cuenta las discordancias.

Unidades litológicas		Edad	
Formación Guaidima Formación Ojo de Agua Formación Cueparo		Plioceno	
Formación Capadare Formación Casupal			Mioceno tardío
			Mioceno medio
Formación Matatere		Oligoceno-Mioceno temprano	
			Eoceno tardío
		Eoceno medio	
		Paleoceno-Eoceno temprano	
Esquisto de Aroa	Formación La Luna	Cretácico Tardío (Campaniense-Cenomaniense)	
F	Esquisto de Mamey	Cretácico Temprano (Aptiense-Albiense)	F
F	Complejo San Quintín	Mesozoico	F
F	Complejo Nirgua	Jurásico?	F
F	Complejo Yumare	Neoproterozoico	F
F	Complejo San Julián	Paleoproterozoico	F

4.3. MODELO EVOLUTIVO

Se propone un modelo evolutivo que intente explicar la configuración actual que presentan las rocas en la región entre Moroturo y Palmasola.

Precámbrico (Proterozoico)

En el Paleoproterozoico los terrenos formados en el Arqueano probablemente están expuestos a procesos de meteorización, creando sedimentos que se depositaran en los márgenes continentales. Estos sedimentos posteriormente metamorfizados, probablemente sean los que formen a las rocas metasedimentarias del actual Complejo San Julián.

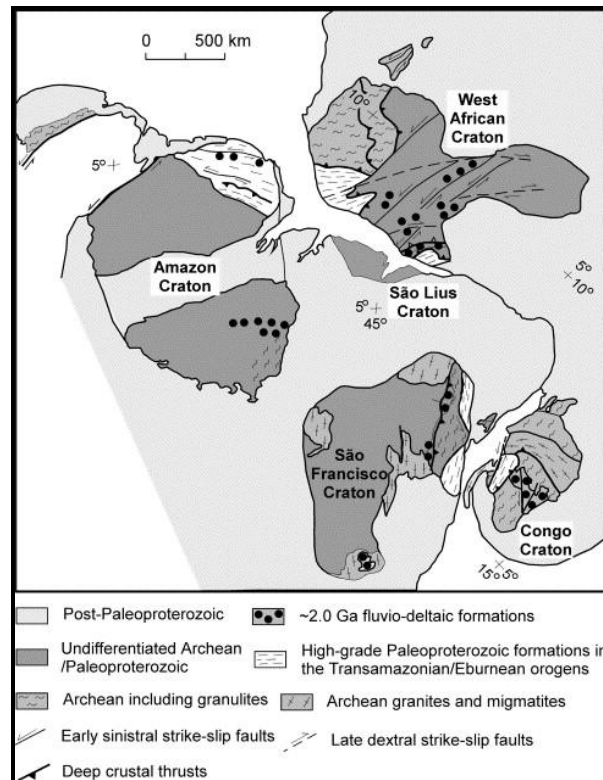


Fig. 102. Cuerpos arqueanos y paleoproterozoicos en un modelo paleogeográfico de finales del Precámbrico. Tomado y modificado de ZHAO *et al.* (2002)

Para el Neoproterozoico se produce la formación de un terreno producto de eventos magmáticos como consecuencia de la orogénesis grenvilliana. Este terreno es denominado por GRANDE (2012) como Falconia y mediante estudios realizados en zircones se establece que la edad de ese evento metamórfico de alto grado fue hace 950 - 1000 Ma (URBANI *et al.* 2012).

Pre-cretácico

En la zona este del frente de subducción Suramericano se forma un terreno con afinidad de corteza continental mezclado con rocas de corteza oceánica, las cuales servirán como protolito al futuro Complejo Nirgua.

Cretácico

En este período el terreno Falconia probablemente estuvo posicionado cerca a un arco volcánico que permitió la depositación del Complejo San Quintín, compuesta por rocas volcanosedimentarias, las cuales forman una cobertura del Complejo.

Las rocas protolito de las unidades metamórficas de bajo grado de la Cordillera de la Costa (esquistos de Aroa y Mamey) fueron depositados en cuencas oceánicas anóxicas al noroeste de la zona de estudio y que guardan estrecha relación con las unidades que se depositan en este período en las cuencas del occidente del país.

En el Cretácico Tardío se depositan en un margen pasivo en el noroccidente del país las rocas de la Formación La Luna.

Paleoceno-Eoceno

A principios del Paleoceno el borde norte de la Placa Suramericana sufre el empuje del arco insular proveniente del Pacífico, lo cual convierte el margen pasivo del noroeste del país en zona colisional. Como efecto este choque provoca una serie de emplazamientos comenzando por las Napas de Lara y seguidamente adosa todos los cuerpos que la Placa Caribe arrastra desde su migración desde el Pacífico, apilando todo el conjunto de rocas pertenecientes a la Cordillera de la Costa y parte de las rocas Precámbricas pertenecientes al terreno Falconia.

Este conjunto de napas están conformadas por rocas pertenecientes a la Faja Costera como son los esquistos de Aroa y Mamey (de bajo grado metamórfico) y el Complejo Nirgua (rocas de alta presión-baja temperatura).

Este apilamiento de napas produce una cuenca antepaís en la cual se depositan las turbiditas que componen la Formación Matatere sobre rocas volcánicas que se encontraban en el fondo de la cuenca. Esta secuencia contiene fragmentos y bloques de las rocas que se originaron durante el Cretácico. El emplazamiento de las napas es sintectónico con la depositación de esta unidad, lo que produce que fragmentos de la misma estén dentro de las unidades

metamórficas y en contacto de corrimiento con el Complejo Yumare. Producto del arrastre de estos cuerpos por el noroeste de la zona de estudio, es también puesto en contacto de corrimiento con estos cuerpos la Formación La Luna. Todos estos emplazamientos de napas terminan para el Eoceno Tardío.

En el Eoceno Medio el proto-Caribe comienza a ser desplazado y consumido por la Placa Caribe con su movimiento este-oeste, además esta última empieza a generar una subducción hacia el sur de bajo ángulo con la placa Suramericana (PINDELL *et al.* 2005, BAQUERO *et al.* 2009).

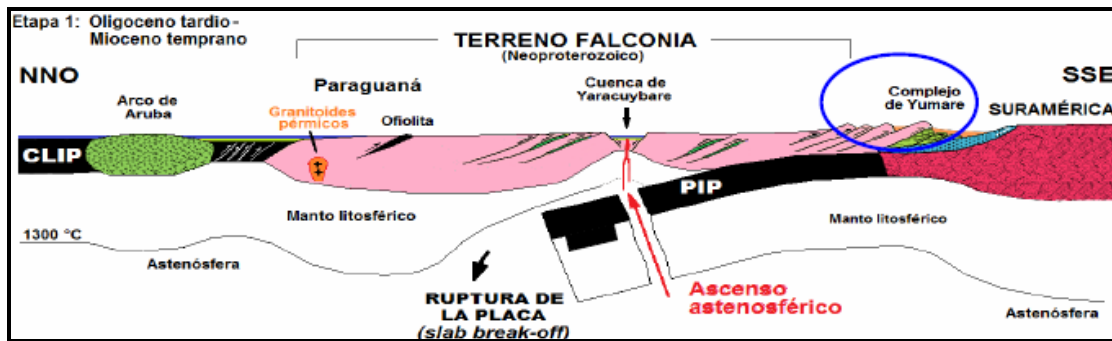


Fig. 103. Emplazamiento del Complejo Yumare como producto del empuje de Caribe sobre la Placa Suramericana. Tomado y modificado de GRANDE (2012).

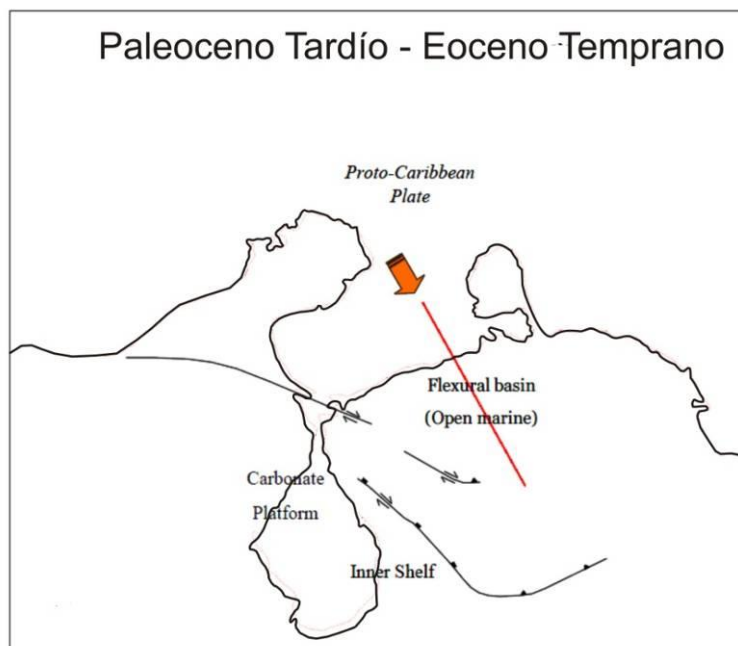


Fig. 104. Paleoceno Tardío – Eoceno Temprano, se genera una cuenca antepaís donde se deposita la Formación Matatere. Imagen tomada de BAQUERO *et al.* (2009).

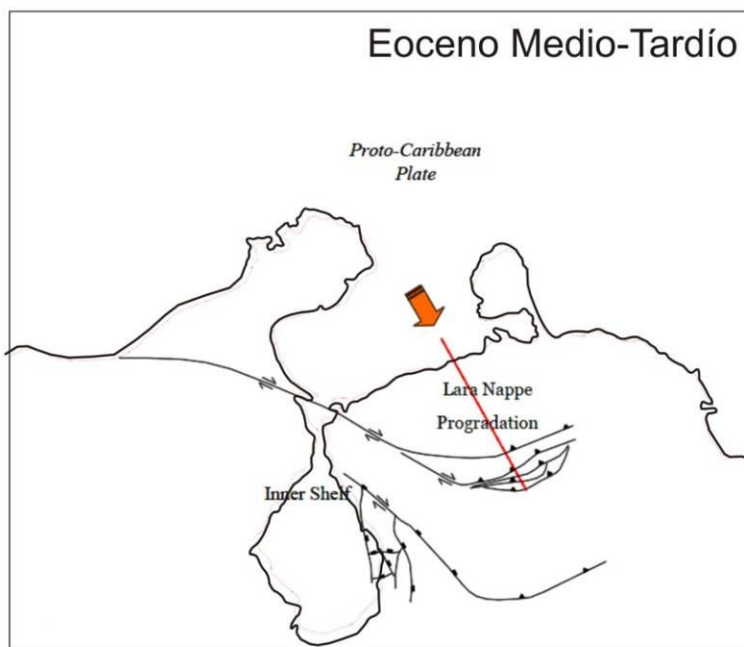


Fig. 105. Eoceno Medio – Eoceno Tardío, culmina el emplazamiento de las napas de Lara. Imagen tomada de BAQUERO *et al.* (2009).

Oligoceno – Mioceno medio

A principios del Oligoceno como producto del paso al este del arco de isla se produce un cese de la compresión y se genera un régimen extensional en la región falconiana. Esto genera un surco debido a la reactivación de fallas pre-existentes acompañado de un colapso tectónico y un adelgazamiento de la corteza lo que genera una estructura tipo graben que da origen al Canal Falconiano con orientación OSO-ENE, en el cual en períodos del Oligoceno tardío - Mioceno temprano ocurre una transgresión hacia las tierras adyacentes (DIAZ DE GAMERO, 1976). Esta transgresión marca una discordancia con gran angularidad de carácter regional en el noroccidente del país, entre las unidades eocénicas y las secuencias depositadas en este periodo.

En el área de estudio durante este período se deposita la Formación Casupal discordante sobre el Complejo Yumare y el Esquisto de Aroa (primera discordancia), luego la Formación Capadare se deposita discordante sobre todas las unidades infrayacentes en la parte norte de la zona de estudio (segunda discordancia).

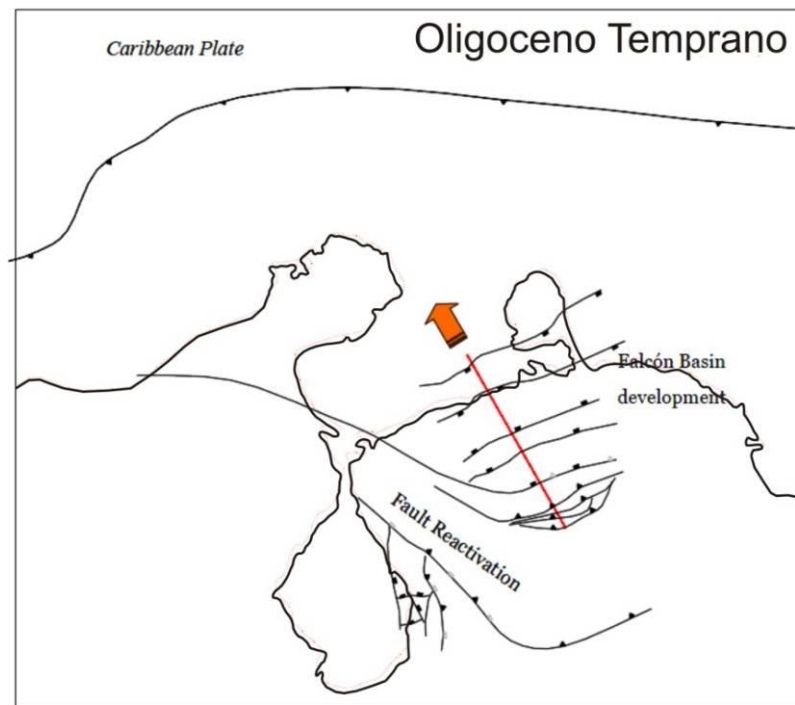


Fig. 106. Oligoceno Temprano, se genera la cuenca de Falcón a través de un proceso de distensión. Imagen tomada de BAQUERO *et al.* (2009).

Mioceno medio – Reciente

En el Mioceno medio se produce una reactivación de las fallas originadas en el proceso extensivo debido a esfuerzos compresivos provenientes del norte por parte de la Placa Caribe y del sur por el inicio del levantamiento de los Andes de Merida, provocando la inversión de la cuenca de Falcón (BOESI & GODDARD 1991, BAQUERO *et al.* 2009). Esta inversión de la cuenca genera el conocido anticlinorio de Falcón (Fig.).

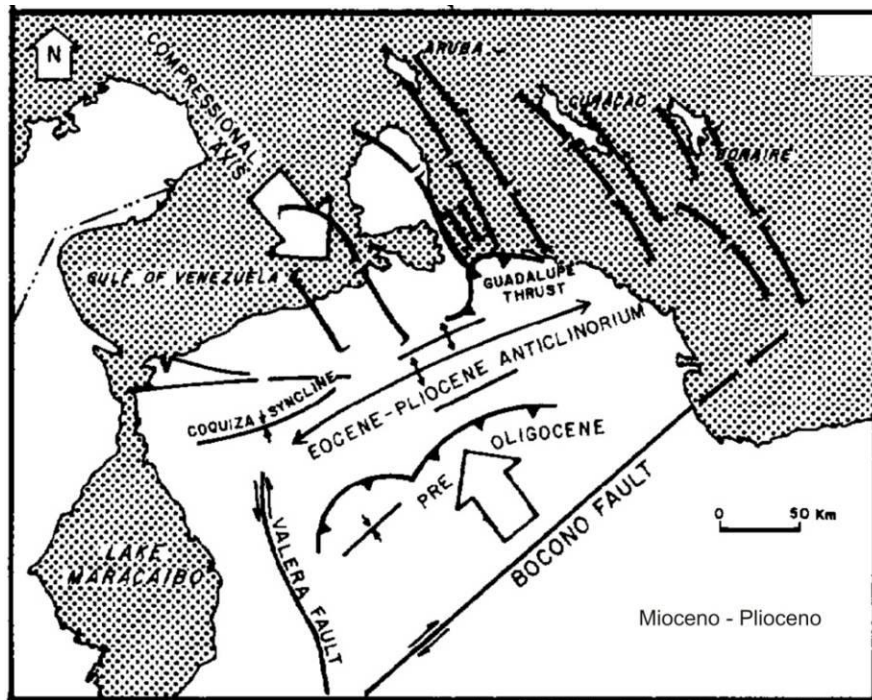


Fig. 107. Mioceno Medio, ocurre la inversión de la cuenca de Falcón. Imagen tomada de BOESI & GODDARD (1991).

En el Mioceno tardío - Plioceno se depositan las formaciones Cueparo y Ojo de Agua, esta última de forma discordante sobre las unidades infrayacentes (tercera discordancia). En el Plioceno se deposita la Formación Guaidima discordante sobre la Formación Ojo de Agua en el noroeste del área de estudio.

En este período también se generan las fallas de alto ángulo de gran extensión con componente transcurrente y orientación suroeste-noreste que podrían asociarse al sistema de fallas de Bocono ubicada al sureste de la región estudiada.

Posterior a este sistema de fallas se forman el otro sistema de fallas de alto ángulo también de componente transcurrente pero con orientación este-noreste y este-oeste que podrían

asociarse al sistema de fallas Oca-Ancón. Según AUDEMARD *et al.* (1998) en los límites de los valles de Aroa y Moroturo existen fallas “neotectónicas” que sobrecorren las secuencias más antiguas depositadas sobre las unidades cuaternarias a manera de cierre de estos valles por actividad tectónica y de esta manera se logra obtener la configuración actual de la zona.

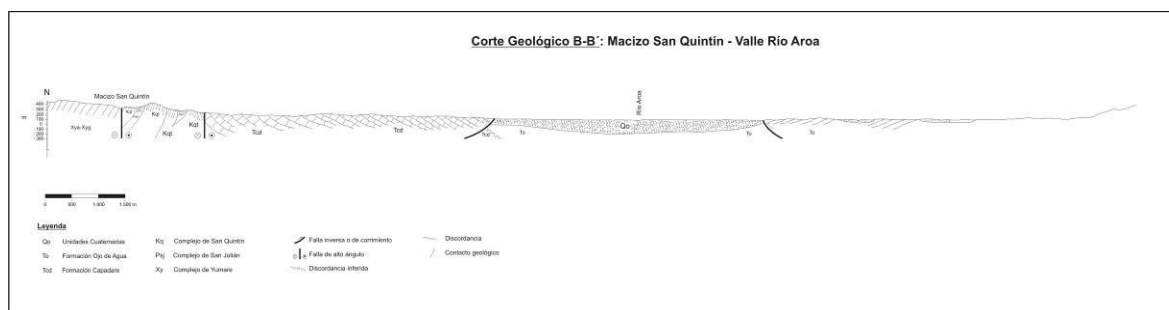


Fig. 108. Fallas neotectónicas que sobrecorren a las unidades mas antiguas sobre el cuaternario.

5. SUMARIO, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. SUMARIO

5.1.1. UNIDADES Y SU YUXTAPOSICIÓN

En la región comprendida entre Moroturo y Palmasola ubicada entre los estados Lara y Yaracuy, afloran rocas metamórficas y sedimentarias con un rango de edades amplio que va desde el Proterozoico hasta el Reciente. La gran variedad de litologías le añade complejidad a la historia geológica del área de estudio.

Las rocas Proterozicas están conformadas por unidades metasedimentarias e ígneo-metamórficas, pertenecientes a los complejos San Julian y Yumare. El Complejo San Julián estuvo probablemente adosado al cratón Guayanes-Amazónico mientras que el Complejo Yumare fue adosado al borde norte de la placa suramericana durante los eventos que emplazaron todo el conjunto de napas de la Cordillera de la Costa a finales del Eoceno como parte del ciclo Caribe.

Las rocas mesozoicas están representadas por las rocas metamórficas del Complejo Nirgua, los esquistos de Mamey y Aroa y las rocas sedimentarias de la Formación La Luna. Estas rocas, a excepción de las pertenecientes a la Formación La Luna, se encuentran incluidas en la secuencia de terrenos de la Cordillera de la Costa que fueron emplazadas en el Eoceno. Las rocas pertenecientes al Complejo San Quintín son depositadas en este período como una cobertura de las rocas del Complejo Yumare, producido por eventos volcánicos del arco de isla probablemente en el Cretácico.

El Terciario esta representado por una secuencia de unidades sedimentarias. Para el Eoceno medio se deposita la Formación Matatere como una secuencia turbidítica tipo flysch. Esta depositación fue sincrónica con el inicio del emplazamiento de las napas de la Cordillera de la Costa lo cual produjo que parte de estos sedimentos quedaran incluidos dentro de las napas como grandes lentes. El apilamiento de las napas produjo que los esquistos de Mamey y Aroa se acomodaran de manera invertida en la probable secuencia cronológica. A principios del Oligoceno la apertura de la cuenca de Falcón produce una transgresión hacia la zona sur lo cual permite que se deposite la Formación Casupal de manera discordante sobre las rocas

previas. La Formación Capadare marca el pico de la transgresión y forma la segunda discordancia de la zona de estudio. Ya para el Oligoceno tardío - Mioceno temprano como producto de la regresión se deposita la Formación Cueparo y sobre ésta se deposita discordante la Formación Ojo de Agua. La Formación Guaidima genera una discordancia local con la Formación Ojo de Agua. El Cuaternario está representado por una serie de unidades aluvionales del Pleistoceno y Holoceno.

5.1.2. ESTRUCTURAS

Las unidades metamórficas cretácicas están limitadas por fallas de corrimiento con orientación suroeste-noreste, generadas durante el emplazamiento de las napas de la Cordillera de la Costa, durante el Paleoceno-Eoceno. Las estructuras restantes de la zona son de edad Mioceno medio a Reciente y se generaron en el siguiente orden: plegamientos de orientación este-noreste, fallas de ángulo alto con orientación suroeste-noreste, fallas de ángulo alto con orientación noroeste-sureste y fallas neotectónicas de corrimiento y de ángulo alto ubicadas en los valles de Moroturo y Aroa.

5.1.3. PETROLOGÍA-PETROGRAFÍA

En la quebrada Sanchón, sector Caño Negro, estado Lara, afloran rocas de la Formación Matatere en la que se reconocieron alternancias monótonas de arenisca y lutita, areniscas con niveles conglomeráticos y capas de conglomerados polimícticos. Los conglomerados están compuestos por fragmentos de roca de distintas litologías, lo que le otorga una baja madurez textural y química, se observan alineación de micas en la matriz arenosa, la cual presenta contactos longitudinales y cóncavo-convexos, infiriendo una compactación media. Las areniscas están compuestas principalmente por cuarzo, lo que le otorga madurez textural y química; aunque el tipo de contacto predominante es puntual y grano matriz, la compactación de la roca fue media-alta debido a el alineamiento de los minerales de arcilla dentro de los niveles lutíticos dentro de estas rocas; la cementación y la matriz es predominantemente de minerales de arcilla tipo illita-esmectita, y en muchos casos la matriz está sufriendo ilitización por el aporte de fluidos provenientes de la compactación de las lutitas cargados con cationes K⁺ que facilitan este proceso asociado a una diagénesis tardía.

En el sector Caño Negro específicamente en uno de los tributarios de la quebrada Chiquinquirá, afloran rocas meta-volcánicas que representan un olistolito dentro de la Formación Matatere. Estas volcánicas están conformadas por rocas de color verde muy frescas, de textura afanítica en muestra de mano y están compuestas principalmente por cristales de plagioclasa muy fracturados con alteración de sericita, epidoto y calcita; también poseen cristales de clinopiroxeno fracturados que en algunos casos se presentan como agregados de pequeños cristales de 0,1 mm de tamaño promedio y clorita con textura intersticial de posible alteración de vidrio volcánico. La presencia de minerales como la prehnita indican un metamorfismo de muy bajo grado (pre-esquisto verde) correspondiente a la facies de prehnita-pumpelita. Las características petrográficas que presentan estas rocas muestran una gran coincidencia con las descripciones hechas en las metatobas del Complejo San Quintín por autores anteriores en los macizos de Yumare más al este de la quebrada Chiquinquirá, indicando que podría ser un olistolito de esta unidad incluido dentro de la Formación Matatere durante el emplazamiento de las napas en el Paleoceno - Eoceno.

En la quebrada las Guabinas, sector Las Guabinas, afloran rocas pertenecientes al Esquisto de Mamey las cuales en su mayoría son pizarra y filita con grafito y cuarzo, además metaconglomerado con fragmentos de cuarzo y arenisca feldespática. La buena foliación que presentan indican un bajo nivel de deformación, la asociación mineralógica también indica que fueron sometidas a una facies pre-esquisto verde.

En la quebrada Charo Grande, sector Caño Negro, estado Lara y en la quebrada El Charal, sector El Charal, estado Yaracuy afloran rocas pertenecientes al Esquisto de Aroa las cuales son en su mayoría esquistos con alto contenido de calcita, cuarzo, plagioclasa, epidoto, clorita, actinolita, feldespato-K, moscovita, entre otros. La moscovita se encuentran con textura crenulada y hay presencia de minerales como clorita y epidoto de un metamorfismo regional correspondiente a la subfacies cuarzo-albita-muscovita-clorita de la facies del esquisto verde.

En el macizo La Zurda en la zona de Yumare se ubica la quebrada Aguacate en donde afloran rocas de la Formación Casupal. En estos afloramientos se observan capas de conglomerado con una gran variedad de clastos de origen sedimentario y metamórfico, entre los que se encuentran fragmentos de esquisto-cuarzo grafitoso-micáceo, arenisca, cuarzo y fragmentos de caliza y mármol laminados. El aspecto de estos clastos es subredondeados con esfericidad media lo que señala que estos cantos no fueron aportados por formaciones muy

lejanas a la cuenca de depositación. Las rocas aledañas a esta zona que cumplen con estas características y que pudieron servir de aporte de sedimentos a la misma son la Formación La Luna y las diferentes unidades metamórficas que se encuentran en esta área (los esquistos de Aroa y Mamey y los complejos de Nirgua y San Julian).

Los fragmentos de cuarzo se encuentran embebidos en una matriz que posiblemente fue producida por un lodo carbonático que se deposito sincronicamente con los clastos en la cuenca.

5.1.4. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

La actualización de los mapas geológicos de esta zona crea un gran aporte a las geociencias del país ya que los mapas que existían hasta este momento no tenían un nivel de detalle optimo ni las actualizaciones que han generado investigaciones recientes en esta región para la realización de interpretaciones de geología de superficie o subsuelo. A su vez genera un aporte importante para los entes públicos y organizaciones locales y nacionales con el cual se pueden crear planes de organización territorial, construcción de infraestructuras, control de riesgo ante eventos naturales adversos, entre otras.

5.2. CONCLUSIONES

La base cartografica geológica que aporta este trabajo es de las más completas hechas hasta la fecha, basandose en interpretación de mapas y análisis petrografico.

La asociación del olistolito en la Formación Matatere al Complejo San Quintín, los análisis petrográficos realizados a las muestras del Esquisto de Aroa, la actualización y ubicación de las unidades cuaternarias y las fallas neotectónicas son un aporte importante a los estudios geológicos del país y servirán de referencia para futuras interpretaciones y trabajos desarrollados en esta área.

5.3. RECOMENDACIONES

Debido a que las muestras de lutitas pertenecientes a la Formación Matatere recolectadas en la zona presentan textura y efectos de cizalla se propone realizarles difracción de rayos X, para compararlas con rocas equivalentes de la misma unidad y depositadas al oeste de la zona de estudio.

Debido a las grandes coincidencias que presentan las rocas del Complejo San Quintín ubicadas en los macizos de Yumare y en el olistolito ubicado en la Formación Matatere se propone realizarles análisis geoquímicos de elementos mayoritarios y elementos trazas para comparar y determinar si estas rocas pertenecen a la misma unidad como se infiere por el análisis petrográfico y la descripción de muestra de mano.

Debido a la falta de trabajos y información geológica que se posee de los estados Yaracuy y Lara se propone continuar el estudio hacia la parte sur del área de estudio para completar la información litológica y cartográfica de la región.

Aprovechar el aporte de la cartografía presentada en este trabajo y de los futuros trabajos de la zona de transición entre la Cordillera de la Costa y las napas de Lara para realizar un análisis tectonoestratigráfico, de orden regional, de las unidades que fueron emplazadas y depositadas en este sector. Dicha data puede ser posteriormente usada para mejorar los modelos geológicos vigentes.

Con la finalidad de completar la bibliografía en cuanto a las unidades litológicas de la zona se propone dentro del *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela* (CIEN 1997) la inclusión de las formaciones Cueparo y Guaidima, definidas y descritas por NATERA (1957) en el área de Bajo Tocuyo, estado Lara. Estas formaciones no están incluidas debido a que el trabajo donde se definieron no fue publicado sino hasta el año 2010.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AUDEMARD, F. A., A. SINGER & J. A. RODRÍGUEZ. 1998. *Estudio de neotectónica y geología de fallas activas del triángulo de fallas de Boconó, Oca-Ancón y Valera*. FUNVISIS, informe inédito para INTEVEP, 138 p. + mapa 1:250.000.
- BAQUERO, M., J. ACOSTA, E. KASSABJI, J. ZAMORA, J. SOUSA, J. RODRÍGUEZ, J. GROBAS, L. MELO & F. SHNEIDER. 2009. Polyphase development of the Falcón basin in northwestern Venezuela, implications for oil generation. In: The origin and evolution of the Caribbean plate, from JAMES, K.H., LORENTE, M.A., & PINDELL J. L. (eds.) *Geological Society, London, Special Publications* 328: 587-612.
- BELLIZZIA, A. & G. D. RODRÍGUEZ. 1967. Guía de la excursión a la región de Duaca-Barquisimeto-Bobare. *Bol. Geol.* 8(16): 284-309.
- BELLIZZIA A. & D. RODRÍGUEZ. 1968. Consideraciones sobre la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo. *Bol. Geol.*, MMH, Caracas, 9(18):515-563.
- BELLIZZIA A. & D. RODRÍGUEZ 1976. Geología del estado Yaracuy. *IV Congr. Geol. Venez.* Mem. VI: 3317-3415.
- BOESI, T.; F.A. GALEA; G. ROJAS; M.L. LORENTE; I. DURÁN; & M. VELÁSQUEZ 1988, Estudio estratigráfico del Flanco Norandino en el sector Lobatera-El Vigía. *III Simposio Bolivariano Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas*. Soc. Ven. Geol. Mem. I: 1-41.
- BOESI, T. & D. GODDARD. (1991) A new Geologic Model Related to the Distribution of Hydrocarbon Source Rocks in the Falcon Basin, Northwestern Venezuela. Active Margin Basins: Case Histories and Examples. *Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 52: 303-319.
- BUSHMAN, J. R. 1959. Geology of the Barquisimeto area – A summary report. *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol. Min. y Petról.*, 2(4): 65-84.
- CIEN – COMITÉ INTERFILIALES DE ESTRATIGRAFÍA Y NOMENCLATURA. 1997. *Código Geológico de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico>.
- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1976. Estratigrafía y micropaleontología del Oligoceno, y Mioceno inferior del centro de la cuenca de Falcón, Venezuela. *Geos* (UCV, Caracas), 22:3-60.
- DÍAZ DE GAMERO, M. L. 1985. Estratigrafía de Falcón nororiental. *Memorias del VI Congr. Geol. Venez.* 1: 454-502.
- DROOGER, C. W. 1956. Transatlantic correlation of the Oligo-Miocene by means of foraminifera. *Micropaleontology*, vol. 2, no. 2, pp. 183-192.
- DUNHAM, R. J. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En W. E. HAM (ed.), Classification of carbonate rocks. *Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 1:108-121.
- FOLK, R. L. 1962. Spectral subdivision of limestone types. En W. E. HAM (ed.), Classification of carbonate rocks: *Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 1: 62-84.

- GARNER, A. H. 1926. Suggested nomenclature and correlation of the geological formations in Venezuela. *Am. Inst. Min. Metall. Eng., Tr.*, pp. 677-684.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C., J. M. ITURRALDE DE AROZENA & X. PICARD CADILLAT. 1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas*. Caracas: Ed. Foninves, 1031 p.
- GONZÁLEZ SILVA, L., 1972. Geología de la Cordillera de la Costa. Zona centro-occidental. *Bol. Geol.*, Public. esp. 5, 3: 1589-1616.
- GRANDE S. 2012. El Terreno Falconia. I Congreso Venezolano de Geociencias, UCV, Caracas, diciembre 2011. *Geos*, UCV, Caracas, (42): 56 - 59.
- HEDBERG, H. D. & SASS, L. C., 1937. Synopsis of the geologic formations of the western part of the Maracaibo basin, Venezuela, *Bol. Geol. y Min.* 1(2-4): 73-112.
- ICHASO, A. 2011. *Caracterización Geológica de la Formación Matatere en la región de Siquisique-Santa Inés-Santa Cruz de Bucaral, estados Falcón y Lara, Venezuela*. UCV-G, 176 p.
- JAM L., P. 1997. Formación Casupal. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c66w.htm>. Consulta 12 abril 2011.
- JEFFERSON, JR. C. C. 1960. *Geology of the Barquisimeto-San Carlos area, Western Venezuela*. Creole Petroleum Corp., 51 p., 13 mapas. Informe EPL-4057.
- JPL. JET PROPULSION LABORATORY. 2004. ASTER Mission. *ASTER - Advance Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*. <http://asterweb.jpl.nasa.gov/mission.asp>. Consulta 12 abril 2011.
- KOVACH A., P. M. HURLEY & H. W. FAIRBAIN. 1979. Preliminary Rb/Sr whole rock dating of basement rocks from the Coast Range. *Bol. Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol.*, 20(1 - 3): 86 - 89.
- KUGLER, H. G. & L. VONDERSCHMITT. 1925. *Geological report on the Aguide Area*. North Venezuelan Petroleum. EPC-12339.
- LAMUS, A., N. LA CRUZ & W. SCHERER, 1989. Estudio geológico y ubicación de depósitos de fosfatos al norte de Tucacas, Distrito Silva, Estado Falcón. Jornadas 50 Aniversario Escuela de Geología, Minas y Geofísica, UCV, Caracas.
- LIDDLE, R. A. 1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*, (1st. ed.) J. P. McGowan, Fort Worth, Texas, 552 p.
- LIDDLE, R. A. 1946. *The geology of Venezuela and Trinidad*, (2nd. ed.) Paleont. Res. Inst., Ithaca, New York, 890 p.
- LORENTE, M. A., 1978. *La Caliza de Capadare y sus relaciones con la cuenca de Agua Salada, estado Falcón*. UCV-G, 161 p.
- LORENTE, M. A. 1997. Formación Ojo de Agua. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/o5w.htm>. Consulta 16 febrero 2012.

- LOZANO F. & A. MUSSARI 2007. Geología de los macizos ígneos-metamórficos del norte de Yumare, estados Yaracuy y Falcón. UCV-G, 171p.
- MÉNDEZ, J. G. 1967. Definición de la Formación Agua Linda, sección de referencia de la Formación Casupal y descripción litológica de algunas secciones de esta formación en la parte sur-oriental de la sub-cuenca de Falcón. *Asoc. Ven. Geol. Min. y Petr., Bol. Inf.* 10(4): 111-119.
- MOUNT, J. 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *Sedimentology*. 32(3):435-442.
- NATERA, B. R. 1957. Geology of the lower río Tocuyo basin. Creole Petroleum Corp., Caracas. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 40[2009]: 108 + 159 p. en DVD, 2010.
- NAVARRO, E., M. OSTOS & F. YORIS, 1988. Revisión y redefinición de unidades litoestratigráficas y síntesis de un modelo tectónico para la evolución de la parte Norte-central de Venezuela durante el Jurásico medio - Paleogeno. *Acta Científica Venezolana*, 39: 427-436.
- NOGUERA M., C. STEDMAN, E. FIRST, A. PARRINELLO, J. E. WRIGHT, F. URBANI Y J. COLGAN. 2008. Detrital zircon geochronology of Paleocene/Eocene turbidites from Venezuela and offshore islands: implications for late cretaceous subduction initiation along the leeward islands and Aves ridge. II Jornadas Venezolanas de Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, nov. 2008. Resumen y cartel en CD. (Reproducido en *Geos*, UCV, Caracas, 40[2009]: 29 p. + 1 cartel en DVD, 2010).
- OSTOS, M., 1981. *Geología de una zona ubicada entre la autopista Caracas - La Guaira y el estribo Galindo, Parque Nacional El Avila, D.F.* UCV-G, Trabajo de ascenso, 279 p.
- OSTOS, M., E. NAVARRO & F. URBANI, 1989. Edad Rb/Sr. del augengneis de Peña de Mora, Cordillera de la Costa. *VII Congreso Geológico Venezolano*. Mem 1: 127-136.
- OSTOS, M., 1990. Evolución tectónica del margen Sur-Central del caribe basado en datos geoquímicos. *Geos*, Caracas, (30): 1-294.
- PETTIJON, F. J. 1975. *Sedimentary rocks*. New York: Harper and Brothers, 628 p.
- PETTIJON F. J., P. E. POTTER, & R. SIEVER. 1972. *Sand and sandstones*. New York: Springer Verlag eds., 618 p.
- PINDELL, J., L. KENNAN, W. V. MARESCH, K. P. STANEK, G. DRAPER, & R. HIGGS 2005. Plate-kinematics and crustal dynamics of Circum-Caribbean arc-continent interactions: tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins, in H.G. Avé Lallement and V.B. Sisson, eds., Caribbean-South American Plate Interactions, Venezuela. *Geol. Soc. America, Spec. Pap.* 394, p. 7-52.
- PORRAS, L. 2000. Evolución tectónica y estilos estructurales de la región costa afuera de las cuencas de Falcón y Bonaire. *Memorias VII Simposio Bolivariano Exploración Petrolera de las Cuencas Subandinas*, p. 279-292.
- RENZ, H. H. 1948. Stratigraphy and fauna of the Agua Salada Group, State of Falcón, Venezuela. *Geol. Soc. Am. Mem.* 32, 219 p.

- RENZ, H. H. 1956. Casupal Beds. En CVET – COMITÉ VENEZOLANO DE ESTRATIGRAFÍA Y TERMINOLOGÍA (ed.), *Léxico estratigráfico de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/1edic/c66ii.htm>. Consulta 16 febrero 2012.
- RENZ, O. 1959. Estratigrafía del Cretáceo en Venezuela occidental. *Bol. Geol.*, Caracas, 5(10): 3-48.
- RENZ O. 1960. Remarks on the Barquisimeto through. *Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo, Bol. Inf.* 3: 155-160.
- RENZ, O. 1982. Cretaceous Ammonites of Venezuela. *MARAVEN*, Caracas. 132 p.
- ROMERO, L. M. & F. A. GALEA. 1995, Campanian bolivinoides and microfacies from the La Luna Formation, western Venezuela. *Marine Micropaleontology*, (26): 385-404
- SAVIAN, V. 1997. Formación Aroa. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/a510w.htm> . Consulta 16 febrero 2012.
- SCHERER, W. 1997a. Formación La Luna. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/l170w.htm> . Consulta 16 febrero 2012.
- SCHERER, W. 1997b. Formación Capadare. En: W. SCHERER (ed.), *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela*. <http://www.pdvsa.com/lexico/c24w.htm>. Consulta 16 febrero 2012.
- SENN, A. 1935. Die stratigraphische Verhreibung der Tertiären Orbitoiden, mit spezieller Berücksichtigung ihres Vorkommens in Nord-Venezuela und Nord-Marokko. *Eclog. Geol. Helv.* 28(1): 51-113 y 369-373.
- SKERLEC, G. M., 1979. *Geology of the Acarigua area, Venezuela*. Univ.of Princeton, Dept. Geology, Ph.D. dissertation, 301 p.
- STAINFORTH, R. M., 1968. El desarrollo de la terminología estratigráfica en el estado Lara. *Bol. Inf., Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol.*, 11(9): 243-253.
- STEPHAN J. F. 1982. *Evolution Geodynamique du Domine Caraibe Andes et Chaîne Caraibe sur la Transversale de Barquisiméto. (Vénézuéla)*. Univ. Pierre et Marie Curie, Thèse Doct. Etat., inédito, 512 p. (Publicado en *Geos*, UCV, Caracas, (42): 142 - 145, 2012).
- STRECKEISEN, A. L. (1972). Classification and nomenclature of Plutonic rocks. Recommendations of the IUGS, Subcommission on the systematics of Igneous rocks. *Geol. Rundschau*, 63: 773-786.
- SUTTON, F. A. 1946. Geology of Maracaibo basin, Venezuela. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.* 30(10):1621-1741.
- URBANI F. 1982. Comentarios sobre algunas edades de las rocas de la parte central de la Cordillera de la Costa. *Geos*, UCV, Caracas, (27): 77 - 85.
- URBANI, F. & M. OSTOS, 1989. El Complejo Avila, Cordillera de La Costa, Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas, (29): 205-217.

- URBANI, F., O. CONTRERAS Y F. BARRIOS, 1989a. Reconocimiento geológico de la región de El Palito - Valencia - Mariara - Carabobo. *VII Congreso Geológico Venezolano*, Mem. 1: 175-198.
- URBANI, F., R. SÁNCHEZ Y J. SILVA, 1989b. Reconocimiento geológico del área de La Sabana - Cabo Codera - Capaya, Distrito Federal y Miranda. *VII Congr. Geol. Venez.*, Mem. 1: 223-243.
- URBANI, F. 2000. Revisión de las unidades ígneas y metamórficas de la cordillera de la costa, Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas, (33): 1-170.
- URBANI, F., L. CAMPOSANO, D. MENDI, A. MARTINEZ & A. GONZALEZ 2008. Consideraciones geológicas y geoquímicas de la zona de Yumare, estados Falcón y Yaracuy, Venezuela. *Bol. Acad. C. Fís., Mat. y Nat.* Vol. 68(3): 9-30.
- URBANI, F. 2008b. Revisión de la nomenclatura de las unidades de rocas ígneas y metamórficas del norte de Venezuela. *Bol. Acad. C. Fís., Mat. y Nat.* Vol. 68(3): 27-43.
- URBANI, F. 2010a. Las capas de peñones de la Formación Matatere, estado Lara, Venezuela. *Bol. Acad. C. Fís., Mat. y Nat.* Vol. 70(1): 9-37.
- URBANI, F. 2010b. Notas sobre la discordancia del margen sur de la cuenca oligo-mioceno de Falcón, estado Lara, Falcón y Yaracuy, Venezuela. *Bol. Acad. C. Fís., Mat. y Nat.* Vol. 70(4): 9-25.
- URBANI F. Conversaciones sobre la geología de la Cordillera de La Costa. ¿Donde y cuando se formaron las distintas unidades que conforman la Cordillera?. *Geos*, UCV, Caracas, (42): 148 - 150.
- URBANI F., S. GRANDE, M. LUCARELLI, L. GONZÁLEZ & L. MELO. 2012a. Notas sobre los esquistos de Las Mercedes y Chuspita, estado Miranda. I Congreso Venezolano de Geociencias, UCV, Caracas, diciembre. Publicado en *Geos*, UCV, Caracas, (42): 15 - 29, año 2012.
- URBANI, F., LOZANO, F., MUSSARI A., GRANDE S., MENDI D & WRIGHT J. 2012b. Geología de los macizos de Tarana, San Quintín, La Zurda y Salsipuedes, norte de Yumare, estado Yaracuy y Falcón, Venezuela. Publicado en *Geos*, UCV, Caracas, (42): 151 - 155/2012.
- VIPA. 2004. *Visión integrada del potencial petrolífero de Venezuela*. PDVSA-Estudios Regionales (Compiladores), Puerto La Cruz, edición en CD. [Trabajos originales realizados <2002, por 29 profesionales bajo la coordinación de Felipe Audemard].
- VON DER OSTEN, E. & D. ZOZAYA. 1957. Geología de la parte suroeste del estado Lara, Región de Quíbor. *Bol. Geol.* 4(9): 3-52.
- VON DER OSTEN, E. 1967. Stratigraphy of Central Lara. *Asoc. Venez. Geol., Min. y Petról.*, *Bol. Inform.*, 10(11): 309-323.
- WHEELER, C. B. 1958. Geology of south central Falcón and northwestern Lara and the regional stratigraphy and oil possibilities of Oligocene and Lower Miocene sediments in the Falcón basin. Creole Petroleum Corp., Caracas. Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas) 40[2009]: 110 + 149 p. en DVD, 2010.

- WHEELER, C. B., 1960. Estratigrafía del Oligoceno y Mioceno Inferior de Falcón Occidental y Nororiental. *Mem. III Cong. Geol. Venez., I, Bol. Geol. Public. Espec.* (3): 407-465.
- WIEDENMAYER, C. 1924. Zur Geologie von Ost-Falcon (Nordwest Venezuela). *Eclog. Helv.* 18(4):508-512.